

09.11.2004

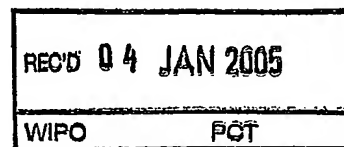
日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年 1 1 月 2 6 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 3 9 5 2 1 9  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 3 9 5 2 1 9 ]



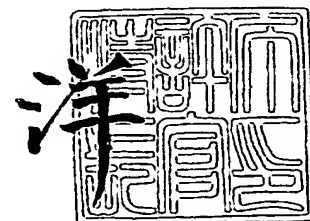
出 願 人                      松下電器産業株式会社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 2 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 1 1 5 2 5 (

【書類名】 特許願  
【整理番号】 7047950010  
【提出日】 平成15年11月26日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H14L 27/32  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 村上 豊  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 小林 聖峰  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 折橋 雅之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 松岡 昭彦  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100097445  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100103355  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100109667  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011305  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9809938

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

複数のアンテナからそれぞれ異なる変調信号を送信する送信装置であって、複数の信号点から構成されるセットごとに、同相 I - 直交 Q 平面に信号点を配置し、前記セットに含まれる信号点間の最小ユークリッド距離が、異なるセットにおける信号点間の最小ユークリッド距離より小さい変調信号を生成する変調部を具備する送信装置。

**【請求項 2】**

複数のアンテナからそれぞれ異なる変調信号を送信する送信装置から送信された変調信号を受信する受信装置であって、尤度検波とは異なる検波方法で部分ビットを復調する部分ビット復調部と、復調された前記部分ビット及び受信した信号のチャネル推定値を用いて候補信号点を削減する信号点削減部と、削減された前記候補信号と受信ベースバンド信号から尤度検波を行う尤度検波部を具備する受信装置。

## 【書類名】 明細書

## 【発明の名称】 送信装置及び受信装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複数のアンテナから同時にデータを送信する送信装置、及びその送信装置からの信号を受信するのに適した受信装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、複数アンテナを用いた復調方法として、非特許文献1に開示された技術が知られている。以下、この非特許文献1に開示された内容について図面を用いて説明する。

## 【0003】

図25は、従来の送受信機の構成のブロック図であり、同図(a)が送信機、同図(b)が受信機を示している。

## 【0004】

図25(a)において、送信信号A及び送信信号Bは異なるアンテナから同時に送信される信号である。変調信号生成部03は、送信信号Aのデジタル信号01および送信信号Bのデジタル信号02を入力とし、変調を施し、送信信号Aのベースバンド信号04および送信信号Bのベースバンド信号05を無線部06へと出力する。

## 【0005】

無線部06は、送信信号Aのベースバンド信号04および送信信号Bのベースバンド信号05を入力とし、周波数変換、増幅などを行い、送信信号Aの変調信号07および送信信号Bの変調信号08を出力し、また、送信信号Aの変調信号07はアンテナ09から、送信信号Bの変調信号08はアンテナ10から電波として出力される。

## 【0006】

図25(a)において、無線部13は、アンテナ11で受信した受信信号12を入力とし、周波数変換などを行い、ベースバンド信号14を出力する。同様に、無線部17は、アンテナ15で受信した受信信号16を入力とし、周波数変換などを行い、ベースバンド信号18を出力する。

## 【0007】

最尤検波部19は、ベースバンド信号14、18を入力とし、検波を行い、送信信号Aの受信デジタル信号20および送信信号Bの受信デジタル信号21を出力する。このとき、非特許文献1に示されているように、最尤検波(MLD: Maximum Likelihood Detection)を行う方式が示されている。

【非特許文献1】 アイトリプルイー ダブリュ・シー・エヌ・シー 1999、1038頁、9月号、1999年(IEEE WCNC 1999, pp.1038-1042, Sep. 1999.)

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかしながら、例えば、図25において、送信信号A、Bの変調方式を16QAM方式とする。すると、MLDを行う際、 $16 \times 16 = 256$ 個の信号点と、受信信号とのユークリッド距離を求めなければならない。このような演算を行うことで、検波を行うと、受信品質はよいが、回路規模が大きいという問題がある。つまり、変調多値数が多くなると、回路規模が非常に大きくなり、例えば、64QAM方式を用いるとすると、 $64 \times 64 = 4096$ 個の信号点と、受信信号とのユークリッド距離を求めることになる。

## 【0009】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、MLD方式とは異なる方法で一部のビットを復調し、決定した一部のビットを用いて、候補信号点を削減する信号点削減部を有し、削減後の候補信号点を用いて、尤度検波を行うことで、回路規模の削減と受信品質の確保を図ることができるものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

かかる課題を解決するため、本発明の送信装置は、複数のアンテナからそれぞれ異なる変調信号を送信する送信装置であって、複数の信号点から構成されるセットごとに、同相I-直交Q平面に信号点を配置し、前記セットに含まれる信号点間の最小ユークリッド距離が、異なるセットにおける信号点間の最小ユークリッド距離より小さい変調信号を生成する変調部を具備する送信装置である。

## 【0011】

また、本発明の受信装置は、複数のアンテナからそれぞれ異なる変調信号を送信する送信装置から送信された変調信号を受信する受信装置であって、尤度検波とは異なる検波方法で部分ビットを復調する部分ビット復調部と、復調された前記部分ビット及び受信した信号のチャンネル推定値を用いて候補信号点を削減する信号点削減部と、削減された前記候補信号と受信ベースバンド信号から尤度検波を行う尤度検波部を具備する受信装置である。

。

## 【0012】

これにより、受信品質を向上させることができる。

## 【発明の効果】

## 【0013】

尤度検波とは異なる検波方法で、部分的にビットを復調し、部分的に得られたビットを用いて、候補信号点の削減を行い、削減後の信号点と受信ベースバンド信号から尤度検波を行う構成とすることで、信号点削減を行うため、回路規模が削減できるとともに、受信品質が向上するという効果が得られる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0014】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

## 【0015】

(実施の形態1)

図1は、本実施の形態における送信装置の構成の一例を示している。

## 【0016】

変調部102は、デジタル信号101、フレーム構成信号118を入力とし、フレーム構成信号118にしたがって変調し、ベースバンド信号103を拡散部104へ出力する。

## 【0017】

拡散部104は、ベースバンド信号103を入力とし、拡散符号を乗算し、拡散されたベースバンド信号105を無線部106へ出力する。

## 【0018】

無線部106は、拡散されたベースバンド信号105を入力とし、周波数変換、増幅などを行い、変調信号107を出力し、アンテナ108から電波として出力される。

## 【0019】

変調部110は、デジタル信号109、フレーム構成信号118を入力とし、フレーム構成信号118にしたがって変調し、ベースバンド信号111を拡散部112へ出力する。

## 【0020】

拡散部112は、ベースバンド信号111を入力とし、拡散符号を乗算し、拡散されたベースバンド信号113を無線部114へ出力する。

## 【0021】

無線部114は、拡散されたベースバンド信号113を入力とし、周波数変換、増幅などを行い、変調信号115を出力し、アンテナ116から電波として出力される。

## 【0022】

フレーム構成信号生成部117は、フレーム構成を示す情報、例えば、図2のフレーム構成の情報をフレーム構成信号118として出力する。

**【0023】**

図2は、本実施の形態における時間軸におけるフレーム構成の一例を示している。同図(a)の201、202は拡散信号Aのシンボルであり、201はチャンネル推定のためのシンボルである。202はデータシンボルを示している。同図(b)の203、204は拡散信号Bのシンボルであり、203はチャンネル推定のためのシンボルであり、204はデータシンボルである。そして、拡散信号Aのチャンネル推定のためのシンボル201とデータシンボル202は図1のアンテナ108から送信され、拡散信号Bのチャンネル推定のためのシンボル203とデータシンボル204は図1のアンテナ116から送信され、データシンボル202と204は同時刻に送信される。ここで、チャンネル推定のためのシンボル201及び203は、パイロットシンボル、ユニークワード、プリアンプルと呼ぶこともできる。

**【0024】**

図3は、本実施の形態における受信装置の構成の一例を示している。無線部303は、アンテナ301で受信した受信信号302を入力とし、周波数変換、直交復調などを行い、ベースバンド信号304を逆拡散部305へ出力する。

**【0025】**

逆拡散部305は、ベースバンド信号304を入力とし、逆拡散を行い、逆拡散後のベースバンド信号306を出力する。

**【0026】**

拡散信号Aのチャンネル変動推定部307は、逆拡散後のベースバンド信号306を入力とし、例えば、図2のフレーム構成における拡散信号Aのチャンネル推定シンボル201を用いてチャンネル変動を推定し、拡散信号Aのチャンネル変動信号308を信号処理部321へ出力する。

**【0027】**

同様に、拡散信号Bのチャンネル変動推定部309は、逆拡散後のベースバンド信号306を入力とし、例えば、図2のフレーム構成における拡散信号Bのチャンネル推定シンボル203を用いてチャンネル変動を推定し、拡散信号Bのチャンネル変動信号310を信号処理部321へ出力する。

**【0028】**

無線部313は、アンテナ311で受信した受信信号312を入力とし、周波数変換、直交復調などを行い、ベースバンド信号314を逆拡散部315へ出力する。

**【0029】**

逆拡散部315は、ベースバンド信号314を入力とし、逆拡散を行い、逆拡散後のベースバンド信号316を出力する。

**【0030】**

拡散信号Aのチャンネル変動推定部317は、逆拡散後のベースバンド信号316を入力とし、例えば、図2のフレーム構成における拡散信号Aのチャンネル推定シンボル201を用いてチャンネル変動を推定し、拡散信号Aのチャンネル変動信号318を信号処理部321へ出力する。

**【0031】**

同様に、拡散信号Bのチャンネル変動推定部319は、逆拡散後のベースバンド信号316を入力とし、例えば、図2のフレーム構成における拡散信号Bのチャンネル推定シンボル203を用いてチャンネル変動を推定し、拡散信号Bのチャンネル変動信号320を信号処理部321へ出力する。

**【0032】**

信号処理部321は、逆拡散後のベースバンド信号306、316、拡散信号Aのチャンネル変動信号308、318、拡散信号Bのチャンネル変動信号310、320を入力とし、復号、検波などを行い、拡散信号Aのデジタル信号322、拡散信号Bのデジタル信号323を出力する。信号処理部321の詳細の構成は、図7に示しており、詳しい動作については後で記述する。

## 【0033】

図4は、本実施の形態における送受信装置間の関係を示している。送信装置でアンテナ401から送信される信号を $Txa(t)$ 、アンテナ402から送信される信号を $Txb(t)$ とし、受信装置において受信アンテナ403で受信した信号を $Rx1(t)$ 、受信アンテナ404で受信した信号を $Rx2(t)$ とし、伝搬変動をそれぞれ $h11(t)$ 、 $h12(t)$ 、 $h21(t)$ 、 $h22(t)$ とする。すると、以下の関係式が成立する。ただし、 $t$ は時間とする。

## 【0034】

## 【数1】

$$\begin{pmatrix} Rx1(t) \\ Rx2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h11(t) & h21(t) \\ h12(t) & h22(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Txa(t) \\ Txb(t) \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

## 【0035】

図5は、図1の送信装置が送信する拡散信号A、拡散信号Bの変調方式が16QAMのときの信号点配置の一例を示しており、図5(a)が拡散信号Aとして送信する4ビットである $Sa0$ 、 $Sa1$ 、 $Sa2$ 、 $Sa3$ を示しており、図5(b)が拡散信号Bとして送信する4ビットである $Sb0$ 、 $Sb1$ 、 $Sb2$ 、 $Sb3$ を示している。それぞれ、(0, 0, 0, 0)から(1, 1, 1, 1)に対応する信号点である。

## 【0036】

図5のように拡散信号A、拡散信号Bが16QAMのとき、多重されて受信された受信信号には、 $16 \times 16 = 256$ 点の信号点が存在し、256点の信号点のI-Q平面における推定信号点は、図3の拡散信号Aのチャネル変動信号308、拡散信号Bのチャネル変動信号310から得られる。その信号点配置の一例が図6である。

## 【0037】

図6の黒点は256点の推定信号点を示しており、701は、図3の逆拡散後ベースバンド信号306の信号点である。このとき、信号点256点と逆拡散後のベースバンド信号の信号点701と信号点距離を求め、最も距離の小さい値をとる信号点を推定することで、復号、検波を行うことができる。例えば、702は、 $Sa0$ 、 $Sa1$ 、 $Sa2$ 、 $Sa3$ 、 $Sb0$ 、 $Sb1$ 、 $Sb2$ 、 $Sb3$ が00000000の信号点であり、702と701の距離が00000000の信号点距離である。同様に、256点の信号点距離が求まる。

## 【0038】

このようにして、検波を行うと、256点との信号点距離を求めるため、回路規模が非常に大きくなる課題がある。ただし、受信品質がよいという特徴がある。一方、式(1)の関係式を用いて、逆行列演算を行い、検波する方法もあるが、回路規模は削減できるが、受信品質が悪いという欠点がある。この両者の特徴を踏まえ、回路規模を削減し、受信品質がよい方法について以下に説明する。

## 【0039】

図7は、図3の信号処理部321の詳細の構成を示している。501は拡散信号Aのチャネル変動信号であり、図3の308に相当する。502は拡散信号Bのチャネル変動推定信号であり、図3の310に相当する。503は逆拡散後のベースバンド信号であり、図3の306に相当する。504は拡散信号Aのチャネル変動信号であり、図3の318に相当する。505は拡散信号Bのチャネル変動推定信号であり、図3の320に相当する。506は逆拡散後のベースバンド信号であり、図3の316に相当する。519は拡散信号Aのデジタル信号であり、図3の322に相当する。520は拡散信号Bのデジタル信号であり、図3の323に相当する。

## 【0040】

分離部507は、拡散信号Aのチャネル変動信号501、504、拡散信号Bのチャネ

ル変動信号502、505、逆拡散後のベースバンド信号503、506を入力とし、式(1)において、例えば、逆行列演算を行って、送信信号 $T_x a(t)$ 、 $T_x b(t)$ の推定信号が得られる。したがって、拡散信号Aの推定ベースバンド信号508、拡散信号Bの推定ベースバンド信号511を出力する。

#### 【0041】

次に、部分ビット判定部509、512の動作について、ここでは、拡散信号Aについての動作、つまり、部分ビット判定部509の動作について説明する。図8(a)は、16QAMの16個の信号点の座標の配置を示している。拡散信号Aの4ビットである( $S_{a0}$ 、 $S_{a1}$ 、 $S_{a2}$ 、 $S_{a3}$ )が、(0, 0, 0, 0)から(1, 1, 1, 1)に対応する場合の信号点を示している。

#### 【0042】

そして部分ビット判定部509は、拡散信号Aの推定ベースバンド信号508を入力とし、拡散信号Aの推定ベースバンド信号508が、図8(b)に示す領域1に存在していた場合 $S_{a0}=1$ 、領域2に存在していた場合 $S_{a0}=0$ 、領域3に存在していた場合 $S_{a2}=1$ 、領域4に存在していた場合 $S_{a2}=0$ 、領域5に存在していた場合 $S_{a3}=1$ と決定し、この情報を拡散信号Aの決定されたビット情報510として出力する。部分ビット判定部512は、拡散信号Bの推定ベースバンド信号511を入力とし、上述と同様の動作を行うことで、拡散信号Bの決定されたビット情報513を出力する。

#### 【0043】

このとき、図8(b)のように1ビットを決定する領域を定めた理由は、 $S_{a0}$ 、 $S_{b1}$ 、 $S_{a2}$ 、 $S_{a3}$ のうち図8(b)のように定めた1ビットは残り3ビットと比較し、正しい可能性が高いからである。したがって、この1ビットを決定しても、後の検波で、受信品質の劣化につながる可能性が低いからである。

#### 【0044】

次に、信号点削減部514、516の動作について説明する。信号点削減部514は、拡散信号Aのチャネル変動推定信号504、拡散信号Bのチャネル変動推定信号505、拡散信号Aの決定されたビット情報510、拡散信号Bの決定されたビット情報513を入力とする。このとき信号点削減を行わなかったとき、拡散信号Aのチャネル変動推定信号504、拡散信号Bのチャネル変動推定信号505から、図6のように、256個の信号点の候補点が求まる。しかし、本発明では、拡散信号Aの決定されたビット情報510、および、拡散信号Bの決定されたビット情報513から、前述のように、1ビットずつの決定情報(計2ビット)から、8ビット(256点の信号点)のうち $8-2=6$ ビット(64個の信号点)が未決定となる。

#### 【0045】

例えば、拡散信号Aの決定されたビット情報510として $S_{a0}=1$ の情報が、拡散信号Bの決定されたビット情報513として $S_{b0}=0$ の情報が、信号点削減部514に入力されたものとする。すると、256個の信号点(図6)のうち、 $S_{a0}=1$ かつ $S_{b0}=0$ の値を取らない信号点を削除する。このことにより候補信号点を64個に削減でき、この64個に信号点の情報を、削減後の信号点情報515として出力する。信号点削減部516は、拡散信号Aのチャネル変動信号501、拡散信号Bのチャネル変動信号502、拡散信号Aの決定されたビット情報510、拡散信号Bの決定されたビット情報513を入力とし、上述と同様の動作を行い、削減後の信号点情報517を出力する。

#### 【0046】

尤度検波部518は、逆拡散後のベースバンド信号503、506、削減後の信号点情報515、517を入力とする。そして、削減後の信号点情報515および逆拡散後のベースバンド信号506から、図9の状態を得る。このとき、逆拡散後のベースバンド信号506が701の信号点であり、削減後の信号点情報515が黒点で示す64個の信号点である。そして、信号点64点と逆拡散後のベースバンド信号の信号点701と信号点距離を求める。つまり、プランチメトリックを求める。また、これをプランチメトリックXと名付ける。同様に、削減後の信号点情報517および逆拡散後のベースバンド信号50



3 から、信号点 64 点と逆拡散後のベースバンド信号の信号点 701 との信号点距離を求める。つまり、プランチメトリックを求める。また、これをプランチメトリック Y と名付ける。

#### 【0047】

そして、プランチメトリック X とプランチメトリック Y を用いて、尤度の最も高い系列 8 ビットを求め、拡散信号 A のデジタル信号 519 および拡散信号 B のデジタル信号 520 を出力される。ただし、尤度検波部 518 は、拡散信号 A、拡散信号 B のデジタル信号 519、520 を分離した形で信号を出力しているが、拡散信号 A、拡散信号 B のデジタル信号を束ねて一系統のデジタル信号として出力する構成をとってもよい。

#### 【0048】

以上のように、信号点削除を行うことで、ユークリッド距離を求める演算回数が減少するため、回路規模を削減することができる。また、式 (1) の逆行列演算を行うことで検波と比較し、尤度復号を部分的に利用しているため、受信品質が向上する。

#### 【0049】

次に、図 7 の部分ビット判定部 509、512 において、2 ビットずつ、(計 4 ビット) を決定する方法について説明する。

#### 【0050】

図 10 に、図 7 の部分ビット判定部 509、512 において、2 ビットを決定する際の決定方法の一例を示す。以下では、拡散信号 A のときの動作、つまり、図 7 の部分ビット判定部 509 の動作を説明する。図 10 は、拡散信号 A の 4 ビットである (Sa0、Sa1、Sa2、Sa3) が、(0, 0, 0, 0) から (1, 1, 1, 1) に対応する場合の信号点を示している。

#### 【0051】

部分ビット判定部 509 は、拡散信号 A の推定ベースバンド信号 508 を入力とし、拡散信号 A の推定ベースバンド信号 508 が、点線で囲まれた領域 1 に存在する場合、Sa0=0、Sa2=1 と決定し、領域 2 に存在する場合、Sa1=1、Sa2=1、領域 3 に存在する場合、Sa0=1、Sa2=1、領域 4 に存在する場合、Sa0=0、Sa3=1、領域 5 に存在する場合、Sa1=1、Sa3=1、領域 6 に存在する場合、Sa0=1、Sa3=1、領域 7 に存在する場合、Sa0=0、Sa2=0、領域 8 に存在する場合、Sa1=1、Sa2=0、領域 9 に存在する場合、Sa0=1、Sa2=0 と決定し、この情報を拡散信号 A の決定されたビット情報 510 として出力する。部分ビット判定部 512 は、拡散信号 B の推定ベースバンド信号 511 を入力とし、上述と同様の動作を行うことで、拡散信号 B の決定されたビット情報 513 を出力する。

#### 【0052】

このとき、図 10 (b) のように 2 ビットを決定する領域を定めた理由は、Sa0、Sa1、Sa2、Sa3 のうち図 10 (b) のように定めた 2 ビットは残り 2 ビットと比較し、正しい可能性が高いからである。したがって、この 2 ビットを決定しても、後の検波で、受信品質の劣化につながる可能性が低いからである。

#### 【0053】

そして、信号点削減部 514 では、上述と同様の動作を行い、信号点削減を行う。このとき、拡散信号 A の決定されたビット情報 510 は 2 ビット、拡散信号 B の決定されたビット情報 513 は 2 ビットで構成されているため、8 ビット (256 点の信号点) のうち  $8-4=4$  ビット (16 個の信号点) が未決定となり、候補信号点を 16 個に削減でき、この 16 個に信号点の情報が、削減後の信号点情報となる。したがって、尤度検波部 518 では、プランチメトリックの計算がさらに削減でき、回路規模が削減できる。ただし、部分ビット判定部で、決定するビット数が増えると受信品質が劣化することになる。

#### 【0054】

次に、マルチキャリア方式において、実施する場合について、OFDM 方式を用いた時を例に説明する。

#### 【0055】

図11は、OFDM方式を用いたときの送信装置の構成の一例である。送信装置は、変調信号A送信部、変調信号B送信部から構成されている。

【0056】

変調部1102は、デジタル信号1101、フレーム構成信号1122を入力とし、変調し、ベースバンド信号1103をシリアルパラレル変換部1104へ出力する。

【0057】

シリアルパラレル変換部1104は、ベースバンド信号1103を入力とし、シリアルパラレル変換を行い、パラレル信号1105を、逆フーリエ変換部1106へ出力する。

【0058】

逆フーリエ変換部1106は、パラレル信号1105を入力とし、逆フーリエ変換を施し、逆フーリエ変換後の信号1107を無線部1108へ出力する。

【0059】

無線部1108は、逆フーリエ変換後の信号1107を入力とし、周波数変換、信号増幅などを行い、変調信号1109を出力し、変調信号1109は、アンテナ1110から、電波として出力される。以上、変調信号A送信部の動作である。

【0060】

変調信号B送信部は、1112から1120で構成されており、動作は上記1102から1110と同様である。変調信号A送信部と同様の動作で、変調信号が生成され、アンテナ1120から電波として出力される。

【0061】

フレーム構成信号生成部1121は、フレーム構成の情報をフレーム構成信号1122として出力する。本実施の形態のフレーム構成の一例は、図12のとおりである。

【0062】

図12は、本実施の形態における時間、周波数軸におけるフレーム構成の一例を示している。同図(a)は変調信号Aの送信信号を示し、(b)は変調信号Bの送信信号を示す。ここでは、一例としてキャリア1からキャリア5で構成されているものとし、同一時刻のシンボルは同時に送信されているものとする。斜線部である1201はパイロットシンボルであり、受信装置で伝搬環境を推定するためのシンボルである。ここでは、パイロットシンボルとよんでいるが、プリアンブルなど異なる呼び方をしてもよい。1202は、データシンボルである。

【0063】

図13は、本実施の形態における受信装置の構成の一例を示している。無線部1303は、アンテナ1301で受信した受信信号1302を入力とし、周波数変換などを行い、ベースバンド信号1304を出力する。

【0064】

フーリエ変換部1305は、ベースバンド信号1304を入力とし、フーリエ変換を施し、フーリエ変換後の信号1306を出力する。

【0065】

変調信号Aのチャンネル変動推定部1307は、フーリエ変換後の信号1306を入力とし、図12の変調信号Aのパイロットシンボル1201を用いて、変調信号Aのチャンネル変動をキャリア1からキャリア5まで、それぞれ求め、変調信号Aのチャンネル変動信号群1308（キャリア1からキャリア5のそれぞれの推定信号で構成されている）を出力する。同様に、変調信号Bのチャンネル変動推定部1309は、フーリエ変換後の信号1306を入力とし、図12の変調信号Bのパイロットシンボル1201を用いて、変調信号Bのチャンネル変動をキャリア1からキャリア5まで、それぞれ求め、変調信号Bのチャンネル変動信号群1310（キャリア1からキャリア5のそれぞれの推定信号で構成されている）を出力する。

【0066】

また、1311から1320までの構成は、上述の1301から1310と同様の動作であり、フーリエ変換後の信号1316、変調信号Aのチャンネル変動信号群1318、変

調信号Bのチャネル変動信号群1320が得られる。

【0067】

信号処理部1321は、フーリエ変換後の信号1306、1316、変調信号Aのチャネル変動信号群1308、1318、変調信号Bのチャネル変動信号群1310、1320を入力とし、分離、判定し、変調信号Aのデジタル信号1322、変調信号Bのデジタル信号1323を出力する。

【0068】

信号処理部1321の動作について詳しく説明する。信号処理の流れは、図7と同様であり、これらの図における501を図13の変調信号Aのチャネル変動推定群1308、502を図13の変調信号Bのチャネル変動推定群1310、503を図13のフーリエ変換後の信号1306、504を図13の変調信号Aのチャネル変動推定群1318、505を図13の変調信号Bのチャネル変動推定群1320、506を図13のフーリエ変換後の信号1316と考えればよい。(また、拡散信号A、Bという表現は、変調信号A、Bという表現となる。)

例えば、分離部507は、変調信号Aのチャネル変動推定群501、504、変調信号Bのチャネル変動推定群502、505、フーリエ変換後の信号503、506を入力とし、式(1)に基づいて、キャリアごとに逆行列演算を施し、図12の周波数-時間軸におけるフレーム構成にしたがって、変調信号Aの推定ベースバンド信号508、変調信号Bの推定ベースバンド信号511を出力する。

【0069】

そして、部分ビット判定部509、512は、キャリアごとに、上述と同様に部分的にビット判定する。また、信号点削減部514、516についても、キャリアごとに、上述と同様に信号点削減を行い、尤度検波部も、キャリアごとに尤度検波を行い、変調信号A、Bのデジタル信号519、520が得られる。

【0070】

これにより、OFDM方式を例とするマルチキャリア方式を用いても、本発明を実施することができる。

【0071】

以上のように、尤度検波とは異なる検波方法で、部分的にビットを復調し、部分的に得られたビットを用いて、候補信号点の削減を行い、削減後の信号点と受信ベースバンド信号から尤度検波を行う構成とすることで、信号点削減を行うため、回路規模が削減できるとともに、受信品質が向上するという効果が得られる。

【0072】

以上において、スペクトル拡散通信方式、OFDM方式を例に説明したが、これに限ったものではなく、シングルキャリア方式、マルチキャリア方式においても同様に実施することができる。また、マルチキャリア方式とスペクトル拡散通信方式を併用した場合についても同様に実施することができる。また、変調方式を16QAMとし、説明したが、これに限ったものではない。

【0073】

本実施の形態において、図7の分離部507を逆行列演算により分離し、部分ビットを判定する方法を例について説明したが、これに限ったものではなく、尤度検波とは異なる方法で、尤度復号より、回路規模が少ない検波であれば、同様の効果が得られる。

【0074】

また、送信アンテナ数2、受信アンテナ数2、送信信号数2のときを例に説明したが、これに限ったものではなく、送信アンテナ数 $n$ 、受信アンテナ数 $n$ 、送信信号数 $n$ 、( $n \geq 3$ )としても、部分ビット判定部、信号点削減部を有して、尤度検波を行うことで、 $n=2$ のときと同様に実施することができる。そして、送信アンテナ数、送信信号数より、受信アンテナ数を多くし、分離、信号点削減を行う際、合成、または、選択ダイバーシチを利用し、分離精度、受信品質を向上させても同様に実施することができる。このとき、分離部、信号点削減部が増加することになる。

## 【0075】

そして、部分ビットの決定方法として、16QAMのとき、図8(b)、図10(b)を例に説明したがこれに限ったものではない。例えば、mビットを送信する変調方式の場合、1ビットからm-1のビットを決定し、決定したビット情報を用いて信号点を削減し、尤度検波を行うことができる。そして、図8(b)、図10(b)のような領域の分け方は、1通りではなく、複数考えることができる。

## 【0076】

(実施の形態2)

以下、第2の実施の形態について説明する。

## 【0077】

図7の検波方法を用い、変調方式として16QAMを用いたとき、図10(b)のように領域分割を行い、2ビットを部分判定した場合、2ビットの部分判定の場合分けが複雑という課題がある。

## 【0078】

そこで、本実施の形態では、2ビットの部分判定の場合分けを単純化し、受信品質の改善効果大きいI-Q平面における信号点配置の一例について詳しく説明する。ここでは、拡散信号Aについて説明するが、拡散信号Bについても同様に動作すればよい。

## 【0079】

送信、受信装置の構成については、実施の形態1と同様である。そして、図14は、図7の部分ビット判定部509、512における部分判定の行い方と、I-Q平面における16値多値変調方式の信号点配置の一例を示しており、拡散信号Aの4ビットである(Sa0、Sa1、Sa2、Sa3)が、(0, 0, 0, 0)から(1, 1, 1, 1)に対応する場合の信号点を示している。図14のように信号点マッピングを行うのは、図1では変調部102、110であり、図11では変調部1102、1112である。

## 【0080】

図14の特徴として、領域を第1から第4象限に簡単分割できるように信号点を配置している。そのために、信号点4点を1セットとし、1セットにおける4点の信号点間の距離は小さいが、信号点4点で構成されているセットの4セット間の距離を大きくする配置としている。また、1セットの中で構成されている4点の信号点間距離は等しくしており、また、セット間の距離も等しくしている。

## 【0081】

これにより、信号点4点で構成されているセットの共通となる2ビットが簡単に復調することができる。つまり、受信ベースバンド信号が図14(b)のI-Q平面において、領域1に存在する場合信号点4点が共通としている2ビット情報Sa0=1、Sa2=1と決定し、領域2に存在する場合信号点4点が共通としているSa0=0、Sa2=1を決定し、領域3に存在する場合信号点4点が共通としているSa0=0、Sa2=0を決定し、領域4に存在する場合信号点4点が共通としているSa0=1、Sa2=0を決定し、図7の部分ビット判定部509は、これらの決定された2ビットの情報を拡散信号Aの決定されたビット情報510として出力する。また、拡散信号Bについても同様な動作が行われる。

## 【0082】

したがって、図7の信号点削減部514、516は、256点の信号点から、4ビットの決定された情報に基づいて、16点の信号点に削減でき、これにより、図7の尤度検波部518において、ユークリッド距離を求める演算回数が減少するため、回路規模が削減できる。

## 【0083】

加えて、図7の部分ビット判定部509、512において、部分ビットを決定するための領域の場合分けが簡素化できるため、ここでも回路規模の削減を行うことができるという効果が得られる。

## 【0084】

次に、拡散信号 A の I-Q 平面における信号点配置と拡散信号 B の信号点配置が異なる方法について説明する。

#### 【0085】

実施の形態 1、および、上述では、拡散信号 A と拡散信号 B の信号点配置が同じ場合について説明したが、回路規模と受信品質を考慮した場合、信号点配置を異なるようにしても実施することができる。例えば、拡散信号 A の信号点配置を図 14 にし、拡散信号 B の信号点配置を図 8 のようにするものとする。そして、図 7 において、拡散信号 A のための部分ビット判定部 509 では、2 ビットを決定し、拡散信号 B のための部分ビット判定部 512 では、1 ビットを決定し、計 3 ビットを決定するものとする。そして、信号点削減部 514、516 では、256 点の信号点から、32 点の信号点に削減する方法をとることも可能である。

#### 【0086】

また、拡散信号 A のみ部分ビットを判定する方法も考えられる。そのときの構成を図 15 に示す。拡散信号 A の部分ビットが決定しやすいように図 14 のような信号点配置となっているため、図 15 では、拡散信号 A のための部分ビット判定部 509 のみ配置されている。

#### 【0087】

そして、図 15 の部分判定部 509 は、図 14 の判定基準に基づいて拡散信号 A の 2 ビットの部分判定を行う。そして、信号点削減部 514、516 は、256 点の信号点から 2 ビット分、つまり、64 点に信号点を削減する。そして、尤度検波部 518 は、64 点の信号点と受信ベースバンド信号とのユークリッド距離を求め、尤度検波を行う。

#### 【0088】

このような構成とすることで、ユークリッド距離を求める回数が削減できるため、回路規模が削減できるとともに、部分ビット判定を両方行わないため、その分の回路規模が削減できるという効果がある。

#### 【0089】

以上において、スペクトル拡散通信方式について説明したが、これに限ったものではなく、実施の形態 1 と同様に、シングルキャリア方式、マルチキャリア方式、OFDM 方式においても同様に実施することができる。また、マルチキャリア方式とスペクトル拡散通信方式を併用した場合についても同様に実施することができる。また、変調方式を 16 QAM とし、説明したが、これに限ったものではない。

#### 【0090】

本実施の形態において、図 7、図 15 の分離部 507 を逆行列演算により分離し、部分ビットを判定する方法を例について説明したが、これに限ったものではなく、尤度検波とは異なる方法で、尤度復号より、回路規模が少ない検波であれば、同様の効果が得られる。

#### 【0091】

また、送信アンテナ数 2、受信アンテナ数 2、送信信号数 2 のときを例に説明したが、これに限ったものではなく、送信アンテナ数  $n$ 、受信アンテナ数  $n$ 、送信信号数  $n$ 、( $n \geq 3$ ) としても、部分ビット判定部、信号点削減部を有して、尤度検波を行うことで、 $n = 2$  のときと同様に実施することができる。そして、送信アンテナ数、送信信号数より、受信アンテナ数を多くし、分離、信号点削減を行う際、合成、または、選択ダイバーシチを利用し、分離精度、受信品質を向上させても同様に実施することができる。このとき、分離部、信号点削減部が増加することになる。

#### 【0092】

そして、部分ビットの決定方法として、16 QAM のとき、図 8 (b)、図 14 (b) を例に説明したがこれに限ったものではない。また、拡散信号 A、B の部分判定ビット数は、上述のビット数に限ったものではない。

#### 【0093】

(実施の形態 3)

次に、第3の実施の形態について説明する。実施の形態1、2は、変調方式を16QAM、16値の多値変調としたときの実施の形態であるが、本実施の形態では、変調方式を64値の多値変調としたときについて説明する。ただし、送信装置、受信装置、の構成については、実施の形態1で説明したとおりである。

#### 【0094】

図16は、I-Q平面における64QAMの信号点配置を示している。このとき、実施の形態1と同様に、6ビット中のうち最も誤る可能性が低い1ビットを決定するような領域分割を行い、図7の部分ビット判定部509、511では1ビットをそれぞれ決定し、信号点削減部514、516では、 $64 \times 64 = 4096$ 点の信号点から2ビット分の信号点を削減し、1024点の信号点とする。そして、尤度検波部518では、1024の信号点から尤度検波を行う。同様に、2ビットを決定するような領域分割を行い、部分ビットを決定すると、信号点を256点に、3ビットを決定するような領域分割を行い、部分ビットを決定すると、信号点を64点に、4ビットを決定するような領域分割を行い、部分ビットを決定すると、信号点を16点に削減でき、尤度検波を行う回路規模が非常に小さくなるという効果がある。

#### 【0095】

ただし、部分ビットを決定するビット数が増加するにつれ、受信品質劣化すると同時に、実施の形態1の16QAMのときと同様に、領域分割が複雑になるという課題がある。

#### 【0096】

そこで、図17のように64値の多値変調の信号点配置を考える。図17の特徴として、領域を第1から第4象限に簡単分割できるように信号点を配置している。そのために、信号点16点を1セットとし、1セットにおける16点の信号点間の距離は小さいが、信号点16点で構成されているセットの4セット間の距離を大きくする配置としている。また、1セットの中で構成されている16点の信号点間距離は等しくしており、また、セット間の距離も等しくしている。

#### 【0097】

これにより、信号点16点で構成されているセットの共通となる2ビットが簡単に復調することができる。つまり、受信ベースバンド信号がI-Q平面において、領域1、領域2、領域3、領域4に存在するかで、2ビット決定することを容易に行うことができる。同様に拡散信号Bにおいても同様に2ビットを容易に決定することができる。以上、図7の部分ビット判定部509、512の動作である。

#### 【0098】

したがって、図7の信号点削減部514、516は、4096点の信号点から、4ビットの決定された情報に基づいて、256点の信号点に削減でき、これにより、図7の尤度検波部518において、ユークリッド距離を求める演算回数が減少するため、回路規模が削減できる。

#### 【0099】

加えて、図7の部分ビット判定部509、512において、部分ビットを決定するための領域の場合分けが簡素化できるため、ここでも回路規模の削減を行うことができるという効果が得られる。

#### 【0100】

次に、4ビット決定のための64値の多値変調のI-Q平面における信号点配置について説明する。そこで、図18のように64値の多値変調の信号点配置を考える。図18の特徴として、領域を1から16に分割する。このとき、信号点4点を1セットとしており、1セットにおける信号点4点の信号点間の距離は小さくしている。そして、信号点4点で構成されているセットの16セット間の距離を大きくしている。

#### 【0101】

これにより、信号点4点で構成されているセットの共通となる4ビットが簡単に復調することができる。つまり、受信ベースバンド信号がI-Q平面において、領域1から領域16に存在するかで、4ビット決定することを容易に行うことができる。同様に拡散信号

Bにおいても同様に4ビットを容易に決定することができる。以上、図7の部分ビット判定部509、512の動作である。

#### 【0102】

したがって、図7の信号点削減部514、516は、4096点の信号点から、8ビットの決定された情報に基づいて、16点の信号点に削減でき、これにより、図7の尤度検波部518において、ユークリッド距離を求める演算回数が減少するため、回路規模が削減できる。

#### 【0103】

加えて、図7の部分ビット判定部509、512において、部分ビットを決定するための領域の場合分けが簡素化できるため、ここでも回路規模の削減を行うことができるという効果が得られる。

#### 【0104】

以上のような、構成とすることで、ユークリッド距離を求める回数が削減できるため、回路規模が削減できるという効果がある。

#### 【0105】

以上において、スペクトル拡散通信方式について説明したが、これに限ったものではなく、実施の形態1と同様に、シングルキャリア方式、マルチキャリア方式、OFDM方式においても同様に実施することができる。また、マルチキャリア方式とスペクトル拡散通信方式を併用した場合についても同様に実施することができる。

#### 【0106】

本実施の形態において、図7、図15の分離部507を逆行列演算により分離し、部分ビットを判定する方法を例について説明したが、これに限ったものではなく、尤度検波とは異なる方法で、尤度復号より、回路規模が少ない検波であれば、同様の効果が得られる。

#### 【0107】

また、送信アンテナ数2、受信アンテナ数2、送信信号数2のときを例に説明したが、これに限ったものではなく、送信アンテナ数 $n$ 、受信アンテナ数 $n$ 、送信信号数 $n$ 、( $n \geq 3$ )としても、部分ビット判定部、信号点削減部を有して、尤度検波を行うことで、 $n=2$ のときと同様に実施することができる。そして、送信アンテナ数、送信信号数より、受信アンテナ数を多くし、分離、信号点削減を行う際、合成、または、選択ダイバーシチを利用し、分離精度、受信品質を向上させても同様に実施することができる。このとき、分離部、信号点削減部が増加することになる。

#### 【0108】

そして、部分ビットの決定方法として、図16、図17、図18を例に説明したがこれに限ったものではない。また、拡散信号A、Bの部分判定ビット数は、上述のビット数に限ったものではない。

#### 【0109】

また、実施の形態2のように、64値の多値変調の信号点配置を、拡散信号A、拡散信号Bで異なるように配置し、拡散信号Aと拡散信号Bの部分ビットを判定するビット数を異なるようにしてもよい。(実施の形態2と同様に実施することができる。)

#### (実施の形態4)

次に、第4の実施の形態について説明する。

#### 【0110】

本実施の形態では、例えば、畳み込み符号や、ターボ符号を適用した際などで軟判定復号を行う際、軟判定値の計算方法について詳しく説明する。本実施の形態では、16値の多値変調において、I-Q平面における信号点配置が図14のときを例に説明する。

#### 【0111】

図19は、本実施の形態の送信装置の構成の一例を示しており、図1と同様に動作するものについては、同一符号を付している。符号化部1902は、送信ディジタル信号1901を入力とし、例えば、畳み込み符号化を行い、符号化後の拡散信号Aのディジタル信



号 101、符号化後の拡散信号 B のデジタル信号 102 を出力する。

【0112】

受信装置の構成の一例は、図 3 のとおりである。そして、図 3 の信号処理部 321 の構成の一例が図 20 のとおりである。図 20 において、図 7 と同様に動作するものについては同一符号を付した。

【0113】

図 20 において、軟判定値計算部 2001 は、削減後の信号点情報 515、517、逆拡散後のベースバンド信号 503、506 を入力とし、軟判定値信号 2002 を出力する。そして、判定部 2003 は、軟判定値信号 2002 を入力とし、復号し、デジタル信号 2004 を出力する。このときの詳細の動作について、図 21 を用いて説明する。

【0114】

例えば、図 14 のような信号点配置で図 19 の送信装置が変調信号を送信したものとする。そして、図 3 の受信装置が変調信号を受信したものとする。そして、信号処理部 321 の図 20 の動作について説明する。図 20 の部分ビット判定部 509 は、図 14 の信号点配置における領域分割に基づき、拡散信号 A の  $S_{a0}$ 、 $S_{a2}$  のビットを決定し、拡散信号 A の決定されたビット情報 510 として出力する。同様に、部分ビット判定部 512 は、図 14 の信号点配置における領域分割に基づき、拡散信号 B の  $S_{b0}$ 、 $S_{b2}$  のビットを決定し、拡散信号 B の決定されたビット情報 513 として出力する。

【0115】

信号点削減部 514 は、 $16 \times 16 = 256$  点の信号点のうち 4 ビットの情報から 16 点の信号点を求め、削減後の信号点情報 515 を出力する。同様に、信号点削減部 516 も、16 点の信号点情報を削減後の信号点情報 517 として出力する。このとき、一例として、拡散信号 A の決定された部分ビットを  $S_{a0} = 0$ 、 $S_{a2} = 0$ 、拡散信号 B の決定された部分ビットを  $S_{b0} = 0$ 、 $S_{b2} = 0$  とする。このときの軟判定値計算部 2001 の動作について詳しく説明する。

【0116】

削減後の信号点情報 515 と逆拡散後のベースバンド信号 506 から、図 21 の計算を行う。

【0117】

(1) はじめに、削減後の信号点情報 515 の 16 個の信号点と逆拡散後のベースバンド信号のユークリッド距離の例えば、2 乗を求める。このとき、ユークリッド距離の 2 乗を、 $D(S_{a0}, S_{a2}, S_{b0}, S_{b2}, S_{a1}, S_{a3}, S_{b1}, S_{b3})$  という関数で表現する。すると、ここでは、 $S_{a0} = 0$ 、 $S_{a2} = 0$ 、 $S_{b0} = 0$ 、 $S_{b2} = 0$  としているため、図 21 の＜軟判定値計算部動作 1＞のように、 $D(0, 0, 0, 0, S_{a1}, S_{a3}, S_{b1}, S_{b3})$  において  $S_{a1}$ 、 $S_{a3}$ 、 $S_{b1}$ 、 $S_{b3}$  が 0 または 1 の 16 個の値が求まることになる。

【0118】

(2) 次に、 $D(0, 0, 0, 0, S_{a1}, S_{a3}, S_{b1}, S_{b3})$  の 16 個の値から最大値を求める。このときの最大値を  $D_{max}$  とする。

【0119】

(3) 最後に、16 個の求まったユークリッド距離の 2 乗以外の 240 点の信号点分のユークリッド距離の 2 乗、ここでは、 $D(0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0)$  から  $D(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$  の値を  $D_{max}$  とする。

【0120】

そして、軟判定値計算部 2001 は、これらの 256 点のユークリッド距離の 2 乗の値 (プランチメトリック) を軟判定値信号 2002 として出力する。

【0121】

判定部 2003 は、軟判定値信号 2002 を入力とし、プランチメトリックから、パスメトリックを求め、復号し、デジタル信号 2004 を出力する。

【0122】



次に、図 20 とは異なる図 22 の構成について説明する。図 22 において、図 7、図 20 と同様に動作するものについては同一符号を付した。ここで、最も重要な点は、重み付け係数計算部 2201 を挿入している点である。

#### 【0123】

重み付け係数計算部 2201 は、拡散信号 A のチャネル変動信号 501、504、拡散信号 B のチャネル変動信号 502、505 を入力とし、ブランチメトリックに乘算する信頼度に相当する重み付け係数を求める。ここで、分離部 507 が、例えば式 (1) の演算を行って、信号を分離する場合、信号の分離精度に相当する重み付け係数を、重み付け計算部 2201 は、求めるとよい。従って、重み付け計算部 2201 は、文献 “Soft-decision decoder employing eigenvalue of channel matrix in MIMO systems” IEEE PIMRC2003, pp.1703-1707, Sep. 2003. に示されているように、例えば、式 (1) の行列の固有値の最小パワーを求め、重み付け係数信号 2202 として出力する。

#### 【0124】

そして、軟判定部 2001 は、削減後の信号点情報 515、517、逆拡散後のベースバンド信号 503、506、重み付け係数信号 2202 を入力とし、求めたブランチメトリックに重み付け係数を乗算し、軟判定値信号 2002 として出力する。

#### 【0125】

このようにすることで、重み付け係数を乗算することで、受信品質が向上する効果がある。ただし、重み付け係数として、固有値の最小パワーを例に説明したこれに限ったものではない。

#### 【0126】

以上のように、本実施の形態のようにブランチメトリックを求めることで、256 点すべてに対し、ユークリッド距離の 2 乗を求める必要がないため、回路規模を削減することができる。

#### 【0127】

上述の説明において、畳み込み符号を適用したときを例に説明したが、これにかぎったものではなく、ターボ符号、低密度パリティ符号などに適用しても、同様に実施することができる。また、信号の順番を入れ替えるインターリーブ、信号の一部を削除して冗長度を下げるパंकチャリングの機能などを設けても同様に実施することができる。

#### 【0128】

また、ユークリッド距離の 2 乗を求める例で説明したが、これに限ったものではない。

#### 【0129】

そして、スペクトル拡散通信方式を例に説明したが、実施の形態 1 と同様に OFDM 方式、シングルキャリア方式、マルチキャリア方式においても同様に実施することができる。また、マルチキャリア方式とスペクトル拡散通信方式を併用した場合についても同様に実施することができる。また、変調信号として、16 値の多値変調を例に説明したがこれに限ったものではない。

#### 【0130】

本実施の形態において、図 7 の分離部 507 を逆行列演算により分離し、部分ビットを判定する方法を例について説明したが、これに限ったものではなく、尤度検波とは異なる方法で、尤度復号より、回路規模が少ない検波であれば、同様の効果が得られる。

#### 【0131】

また、送信アンテナ数 2、受信アンテナ数 2、送信信号数 2 のときを例に説明したが、これに限ったものではなく、送信アンテナ数  $n$ 、受信アンテナ数  $n$ 、送信信号数  $n$ 、( $n \geq 3$ ) としても、部分ビット判定部、信号点削減部を有して、尤度検波を行うことで、 $n = 2$  のときと同様に実施することができる。そして、送信アンテナ数、送信信号数より、受信アンテナ数を多くし、分離、信号点削減を行う際、合成、または、選択ダイバーシチを利用し、分離精度、受信品質を向上させても同様に実施することができる。このとき、分離部、信号点削減部が増加することになる。

#### 【0132】

**(実施の形態5)**

本実施の形態では、例えば、畳み込み符号、ターボ符号の適用方法について詳しく述べる。

**【0133】**

送信装置の構成は、図19のとおりである。そして、変調方式のI-Q平面における信号点配置は、図14のとおりである。また、受信装置の構成は、図3のとおりである。

**【0134】**

図23は、本実施の形態における図19の送信装置の符号化部1902の構成の一例を示している。

**【0135】**

(Sa0, Sa2) 符号化部2302は、デジタル信号2301を入力とし、符号化を施し、Sa0, Sa2の情報2303を出力する。

**【0136】**

同様に、(Sa1, Sa3, Sb1, Sb3) 符号化部2304は、デジタル信号2301を入力とし、符号化を施し、Sa1, Sa3, Sb1, Sb3の情報2305を出力する。

**【0137】**

(Sb0, Sb2) 符号化部2306、デジタル信号2301を入力とし、符号化を施し、Sb0, Sb2の情報2307を出力する。

**【0138】**

(Sa0, Sa1, Sa2, Sa3) 信号生成部2308は、Sa0, Sa2の情報2303, Sa1, Sa3, Sb1, Sb3の情報2305を入力とし、Sa0, Sa1, Sa2, Sa3の信号を生成し、符号化後のデジタル信号2309として出力する。このとき、符号化後のデジタル信号2309は図19の101に相当する。

**【0139】**

同様に、(Sb0, Sb1, Sb2, Sb3) 信号生成部2310は、Sa1, Sa3, Sb1, Sb3の情報2305, Sb0, Sb2の情報2307を入力とし、Sb0, Sb1, Sb2, Sb3の信号を生成し、符号化後のデジタル信号2311として出力する。このとき、符号化後のデジタル信号2311は図19の109に相当する。

**【0140】**

次に、受信装置の動作について説明する。図3の受信装置の信号処理部321の構成は図7のとおりである。そして、図7の部分ビット判定部509の構成は、図24の(a)のとおりである。図24(a)の(Sa0, Sa2)復号化部2402は、拡散信号Aの推定ベースバンド信号2401(図7の508に相当)を入力とし、復号をし、Sa0, Sa2が得られる。この情報を拡散信号Aの決定されたビット情報2403(図7の510に相当)とする。

**【0141】**

同様に、図7の部分ビット判定部512の構成は、図24の(b)のとおりである。図24(b)の(Sb0, Sb2)復号化部2405は、拡散信号Bの推定ベースバンド信号2404(図7の511に相当)を入力とし、復号をし、Sb0, Sb2が得られる。この情報を拡散信号Bの決定されたビット情報2406(図7の513に相当)とする。

**【0142】**

このように、部分ビットに誤り訂正符号を導入することで、さらなる受信品質の向上へとつながる。これは、部分ビットの判定に誤りがあると、信号点削減の際、誤った信号点を選択することになるため、残りのビットの決定で誤りが生じる可能性が非常に高くなるが、誤り訂正符号を導入すると、部分ビットの判定誤りの生じる可能性が低くなるため、信号点削減の際、誤った信号点を選択する可能性が低くなるからである。

**【0143】**

また、誤り訂正符号の訂正能力としては、(Sa0, Sa2)に対する誤り訂正符号および(Sb0, Sb2)に対する誤り訂正符号の訂正能力が高い方が好ましい。これは、

前述のように、信号点削減による誤った信号点を選択する可能性を低くできるからである。

#### 【0144】

そして、16値の多値変調の信号点配置としては、16QAMより、図14の信号点配置の16値多値変調の方が本実施の形態のような誤り訂正符号の導入に適している。これは、16QAMでは、判定される部分ビットが領域によって異なるのに対し、図14の場合、領域によらず( $S_{a0}$ ,  $S_{a2}$ )、( $S_{b0}$ ,  $S_{b2}$ )と固定であるため、簡単に誤り訂正符号が導入できるからである。

#### 【0145】

以上、16値多値変調に対し、誤り訂正符号を導入する例を説明したが、64値多値変調に対しても導入することができる。このとき、上述の説明と同様に、64QAMより、図17、図18の信号点配置の64値多値変調の方が、簡単に誤り訂正符号を導入することができる。

#### 【0146】

図24(c)は、図5の尤度検波部518に相当し、( $S_{a1}$ ,  $S_{a3}$ ,  $S_{b1}$ ,  $S_{b3}$ )復号化部2411は、削減後の信号点情報2407、2409(それぞれ図5の515, 517に相当する)、逆拡散後のベースバンド信号2408、2410(それぞれ図5の506, 503に相当する)を入力とし、候補信号点と受信ベースバンド信号の例えばユークリッド距離の2乗を求めることで、ブランチメトリックを求め、ブランチメトリックからパスメトリックを求め、復号することで、受信デジタル信号2412を求め、出力する。

#### 【0147】

以上のように、ブランチメトリックを求めることで、256点すべてに対し、ユークリッド距離の2乗を求める必要がないため、回路規模を削減することができる。また、分割して誤り訂正符号を導入し、信号点削減の際、誤った信号点を選択する可能性を低くすることで、受信品質が向上するという効果がある。

#### 【0148】

上述の説明において、信号の順番を入れ替えるインターリーブ、信号の一部を削除して冗長度を下げるパंकチャリングの機能などを設けても同様に実施することができる。

#### 【0149】

また、ユークリッド距離の2乗を求める例で説明したが、これに限ったものではない。

#### 【0150】

そして、スペクトル拡散通信方式を例に説明したが、実施の形態1と同様にOFDM方式、シングルキャリア方式、マルチキャリア方式においても同様に実施することができる。また、マルチキャリア方式とスペクトル拡散通信方式を併用した場合についても同様に実施することができる。また、変調信号として、16値の多値変調を例に説明したがこれに限ったものではない。

#### 【0151】

本実施の形態において、図7の分離部507を逆行列演算により分離し、部分ビットを判定する方法を例について説明したが、これに限ったものではなく、尤度検波とは異なる方法で、尤度復号より、回路規模が少ない検波であれば、同様の効果が得られる。

#### 【0152】

また、送信アンテナ数2、受信アンテナ数2、送信信号数2のときを例に説明したが、これに限ったものではなく、送信アンテナ数 $n$ 、受信アンテナ数 $n$ 、送信信号数 $n$ 、( $n \geq 3$ )としても、部分ビット判定部、信号点削減部を有して、尤度検波を行うことで、 $n=2$ のときと同様に実施することができる。そして、送信アンテナ数、送信信号数より、受信アンテナ数を多くし、分離、信号点削減を行う際、合成、または、選択ダイバーシチを利用し、分離精度、受信品質を向上させても同様に実施することができる。このとき、分離部、信号点削減部が増加することになる。

#### 【産業上の利用可能性】

## 【0153】

本発明は、複数のアンテナから同時にデータを送信する送信装置、及びそのデータを受信する受信装置等として有用である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0154】

【図1】 本発明の実施の形態1における送信装置の構成を示す図

【図2】 本発明の実施の形態1におけるフレーム構成を示す図

【図3】 本発明の実施の形態1における受信装置の構成を示す図

【図4】 本発明の実施の形態1における送受信アンテナの関係を示す図

【図5】 本発明の実施の形態1における16QAMのビット配置を示す図

【図6】 本発明の実施の形態1における尤度検波を行ったときの信号点の状態を示す図

【図7】 本発明の実施の形態1における受信装置の信号点処理部の構成を示す図

【図8】 本発明の実施の形態1における16QAMの部分ビットを判定するための領域分割の方法を示す図

【図9】 本実施の形態1における信号点削減後の信号点状態を示す図

【図10】 本発明の実施の形態1における16QAMの部分ビットを判定するための領域分割の方法を示す図

【図11】 本発明の実施の形態1におけるOFDM方式を用いたときの送信装置の構成を示す図

【図12】 同実施の形態1におけるOFDM方式を用いたときのフレーム構成のを示す図

【図13】 同実施の形態1におけるOFDM方式を用いたときの受信装置の構成を示す図

【図14】 同実施の形態2における16値多値変調方式の信号点配置を示す図

【図15】 同実施の形態2における受信装置の信号処理部の構成を示す図

【図16】 同実施の形態3における64QAMの信号点配置を示す図

【図17】 同実施の形態3における64値多値変調の信号点配置を示す図

【図18】 同実施の形態3における64値多値変調の信号点配置を示す図

【図19】 同実施の形態4における送信装置の構成を示す図

【図20】 同実施の形態4における受信装置の信号処理部の構成を示す図

【図21】 同実施の形態4におけるパスメトリックの計算手順を示す図

【図22】 同実施の形態4における受信装置の信号処理部の構成を示す図

【図23】 同実施の形態5における送信装置の符号化部の構成を示す図

【図24】 同実施の形態5における各復号化部の構成を示す図

【図25】 従来の送受信装置の構成を示す図

## 【符号の説明】

## 【0155】

102、110 変調部

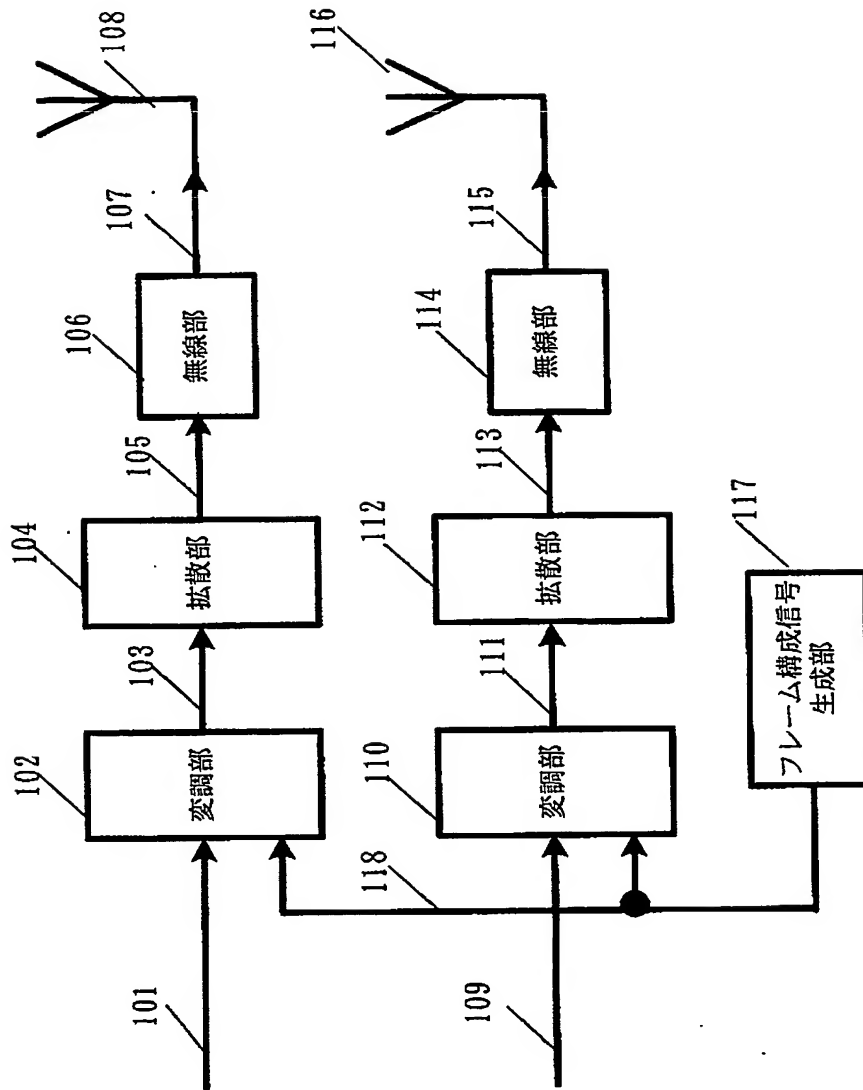
104、112 拡散部

106、114 無線部

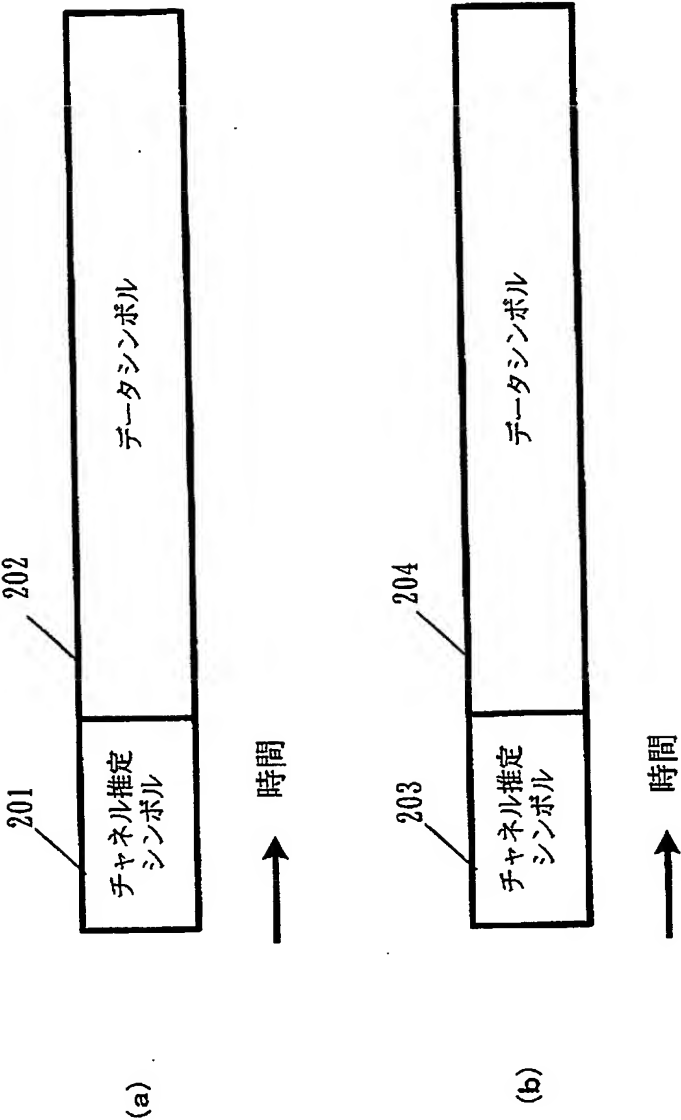
108、116 アンテナ

117 フレーム構成信号生成部

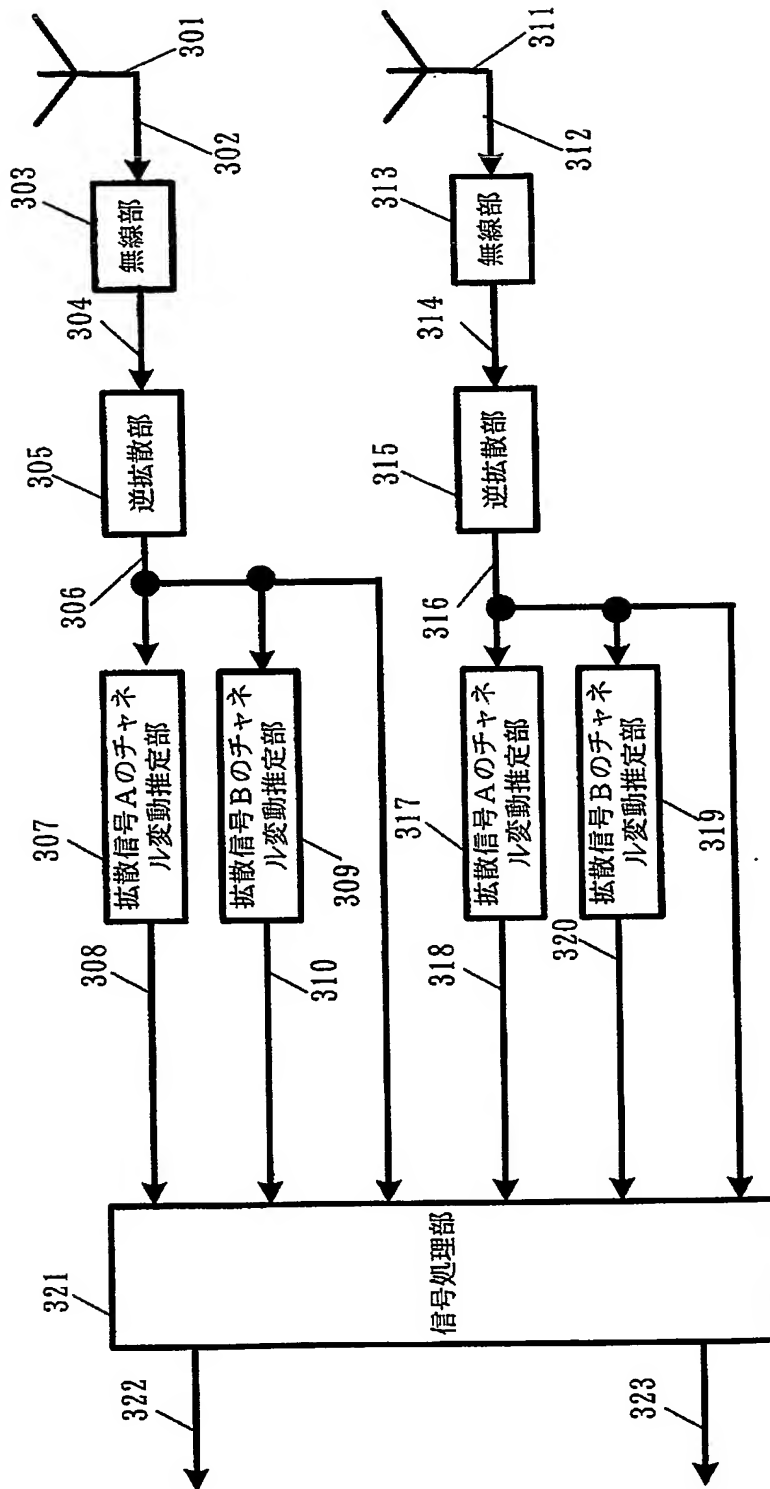
【書類名】 図面  
【図 1】



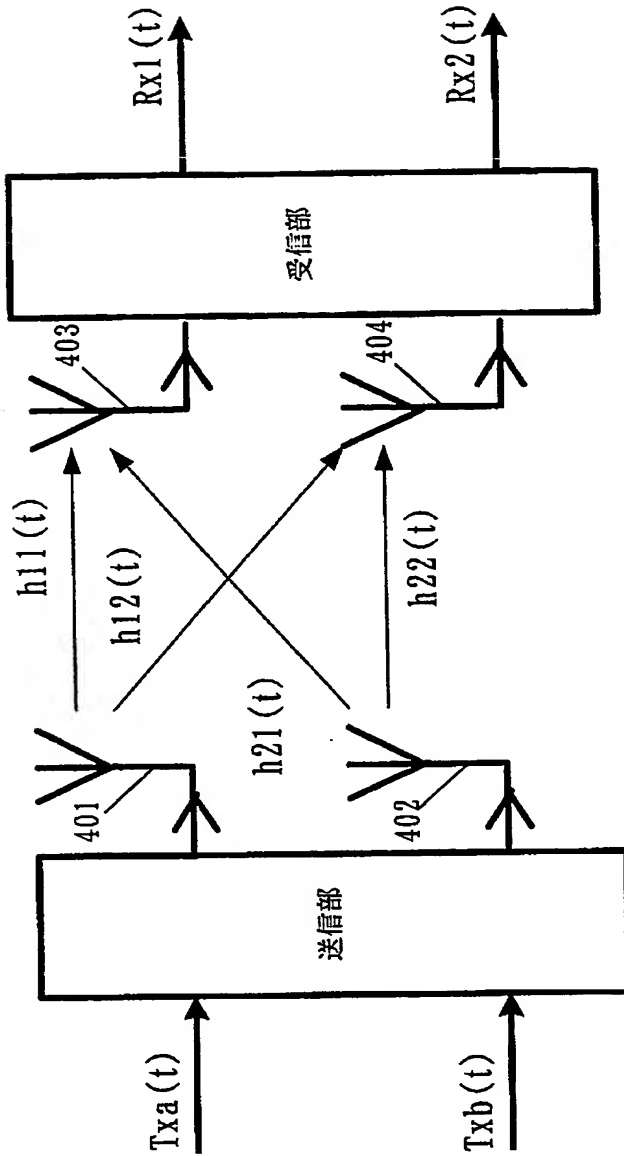
【図 2】



【図 3】

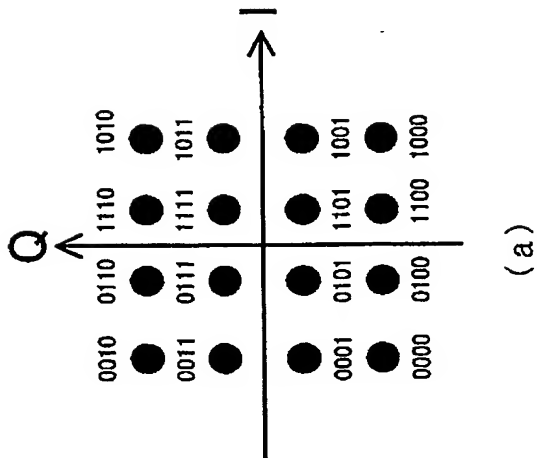
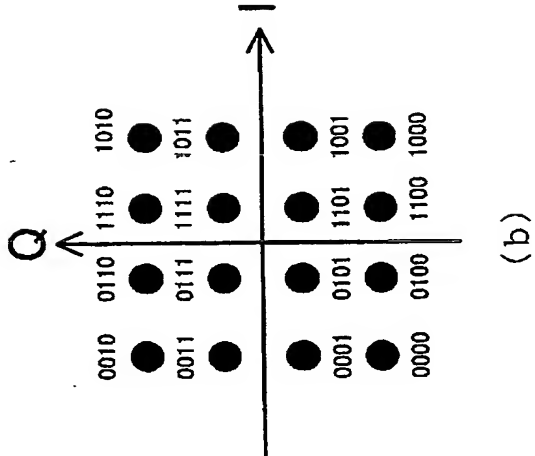


【図 4】

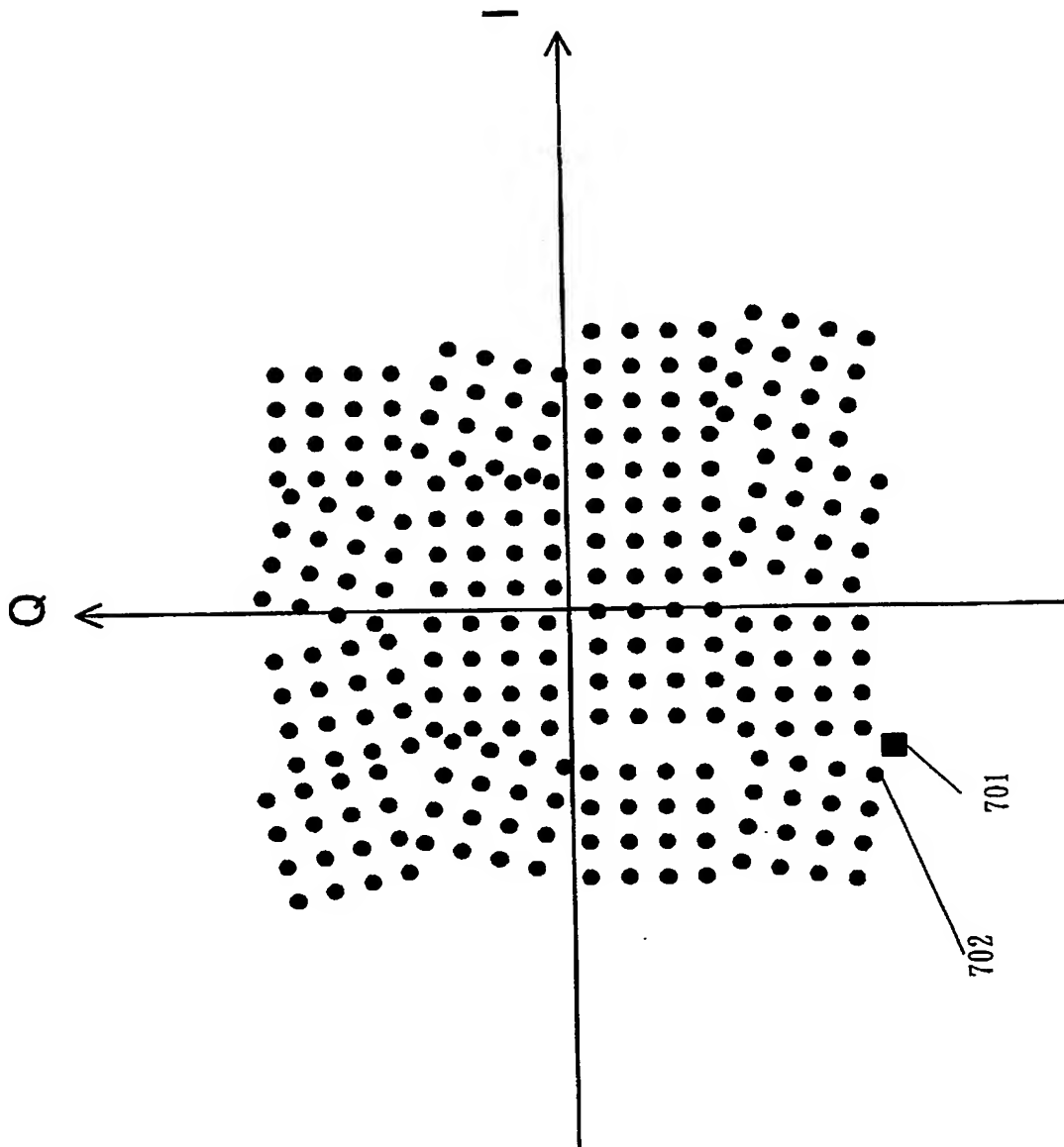




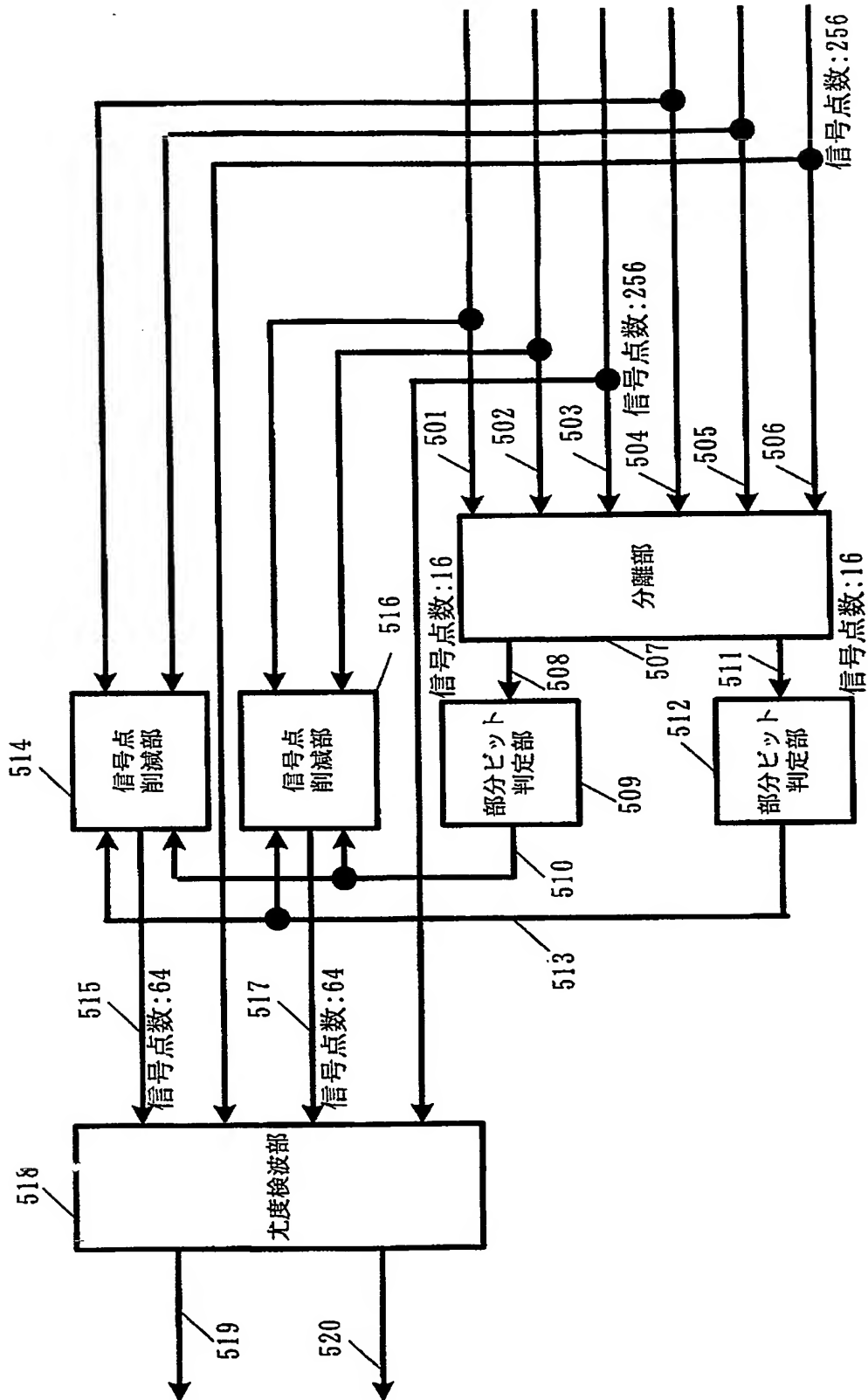
【図 5】



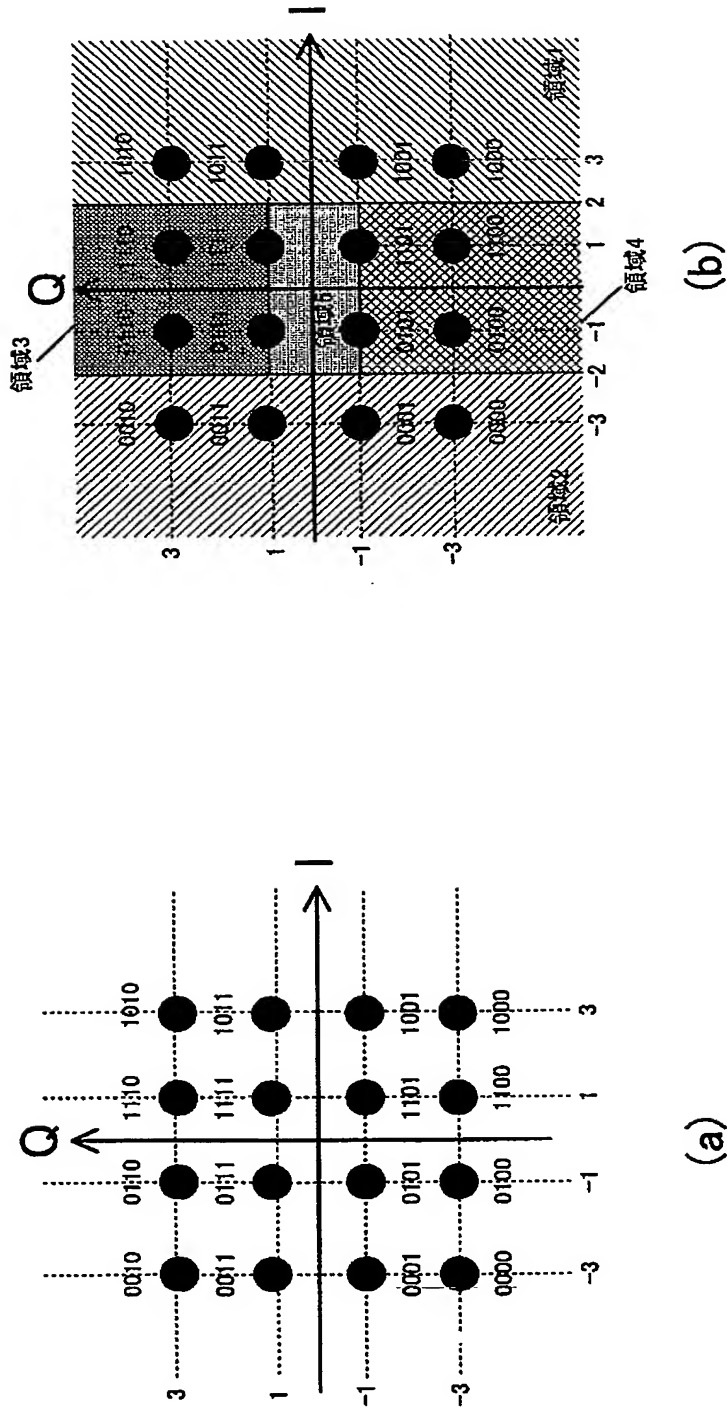
【図 6】



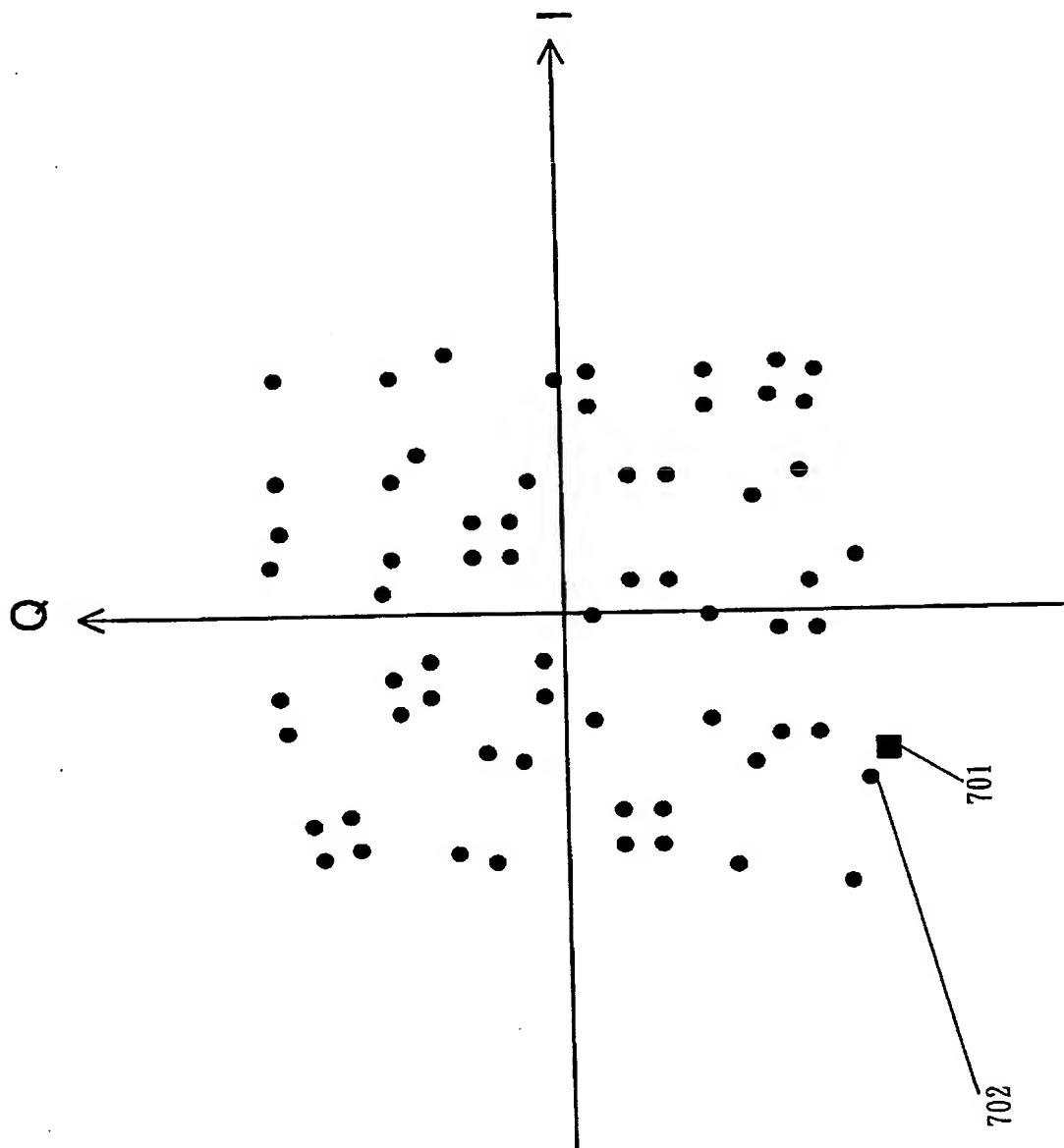
【図 7】



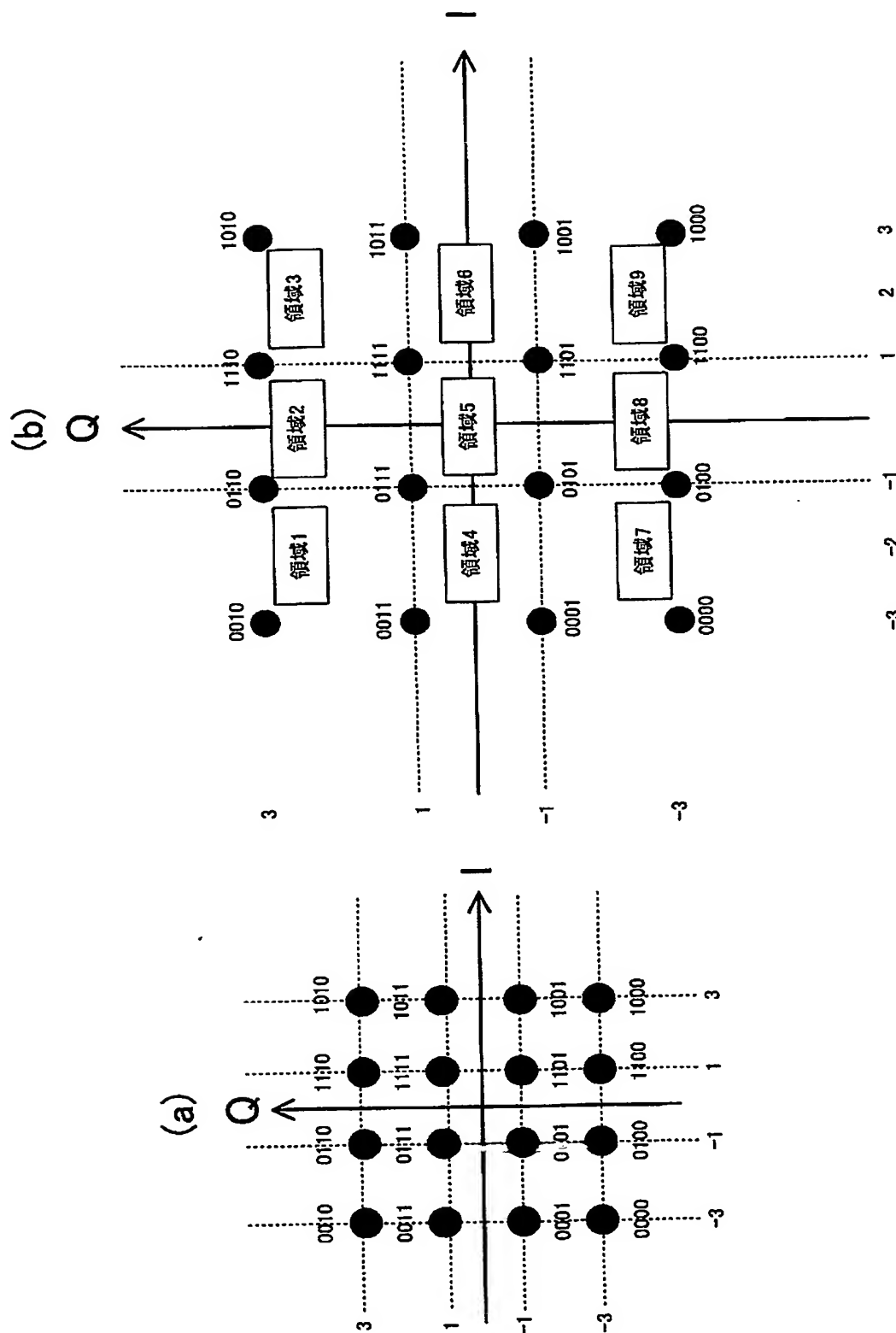
【図8】



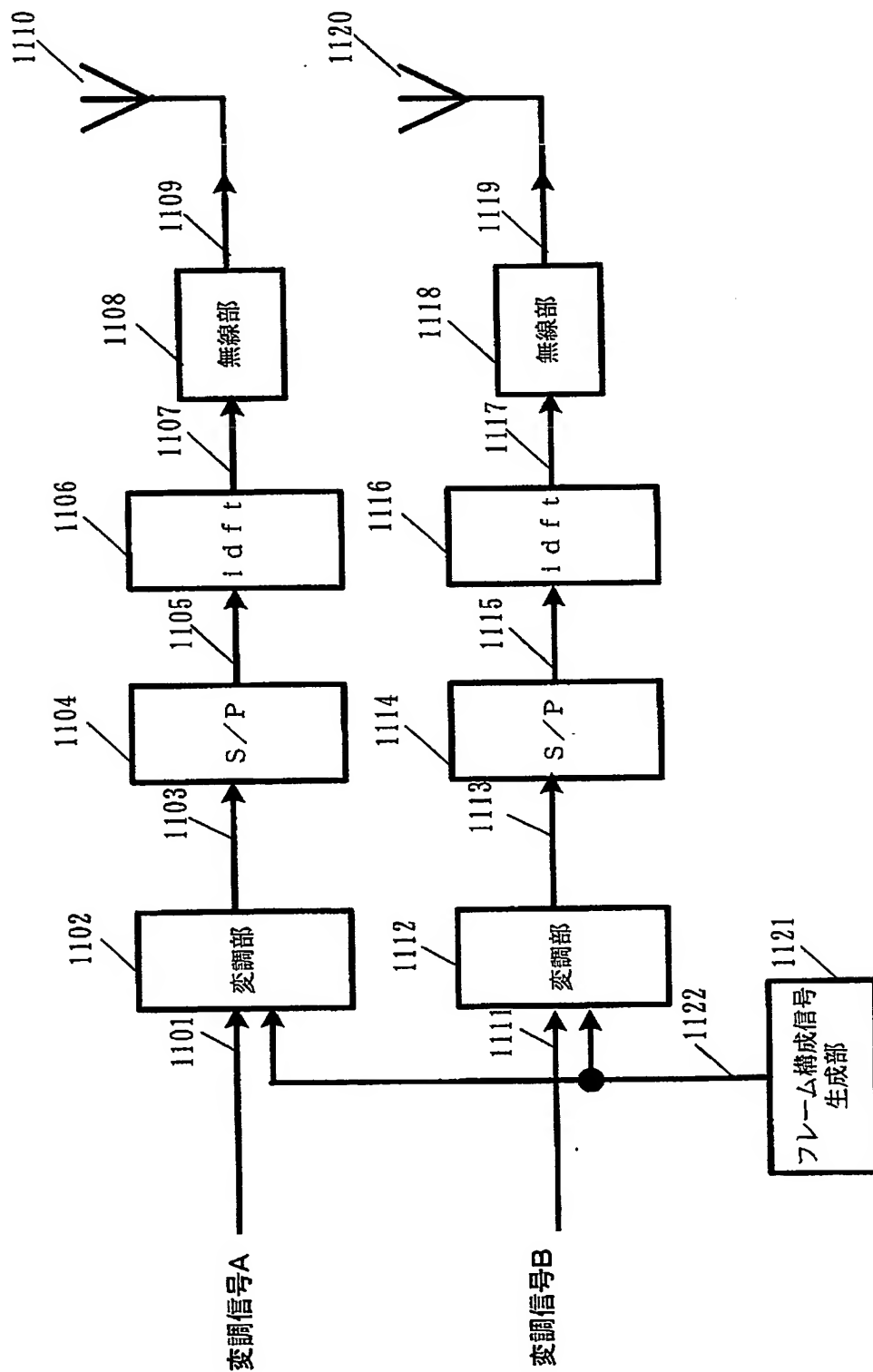
【図 9】



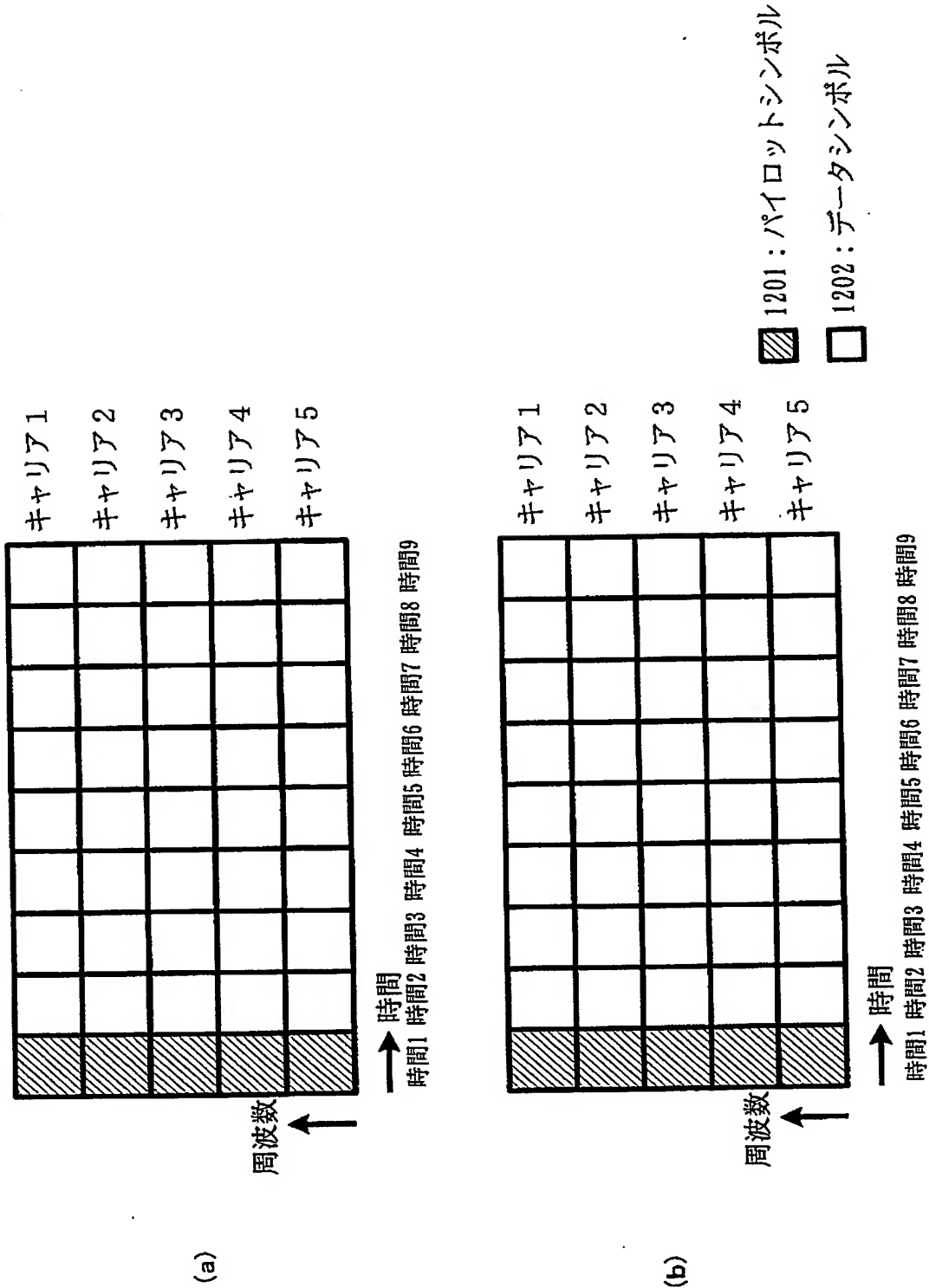
【図 10】



【図 11】

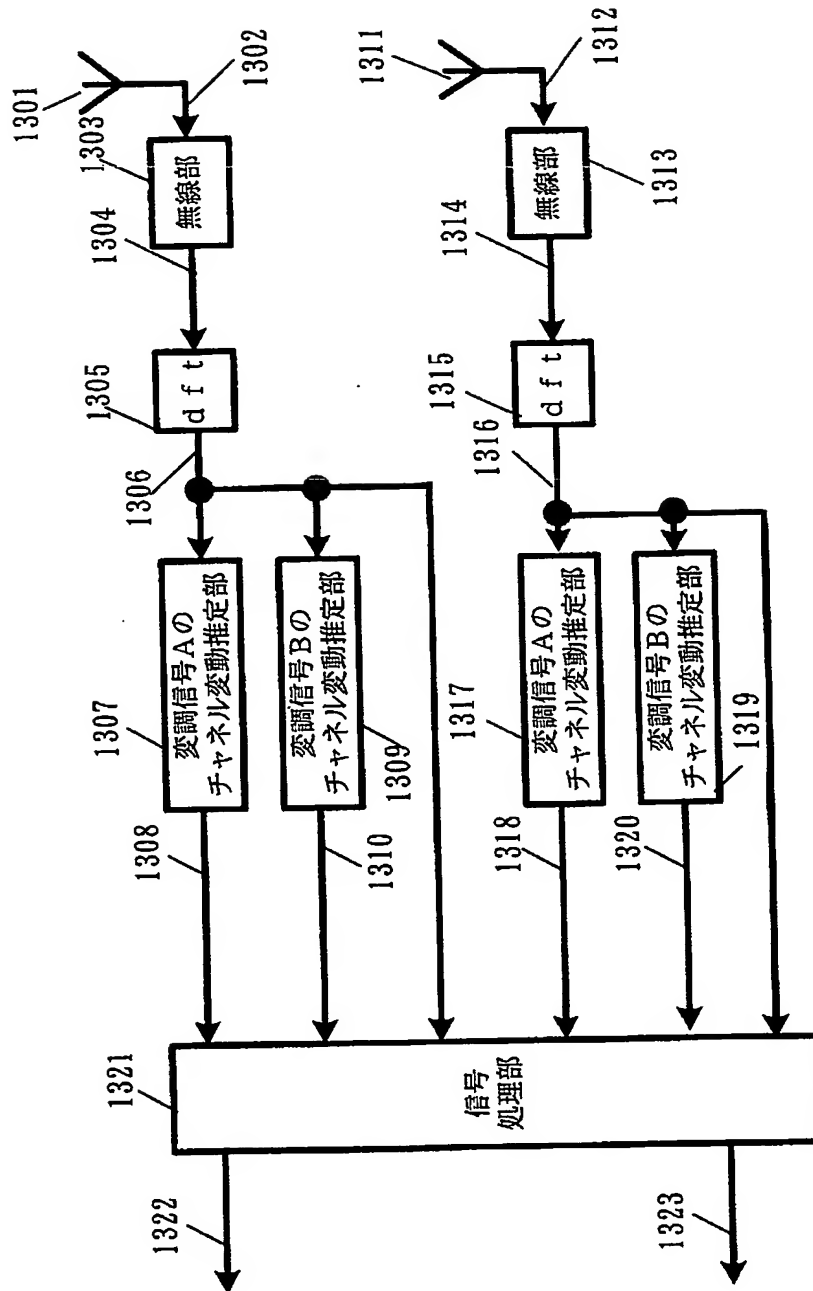


【図 12】

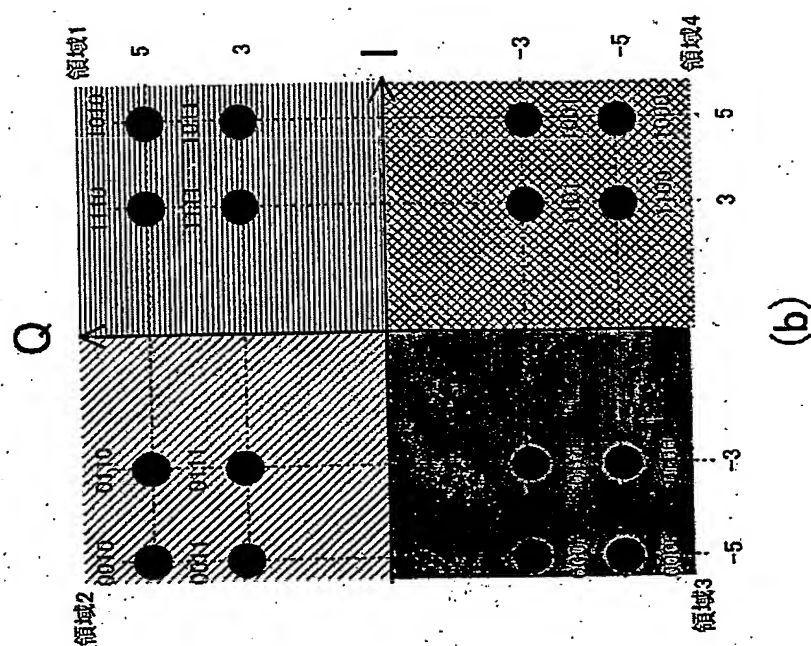




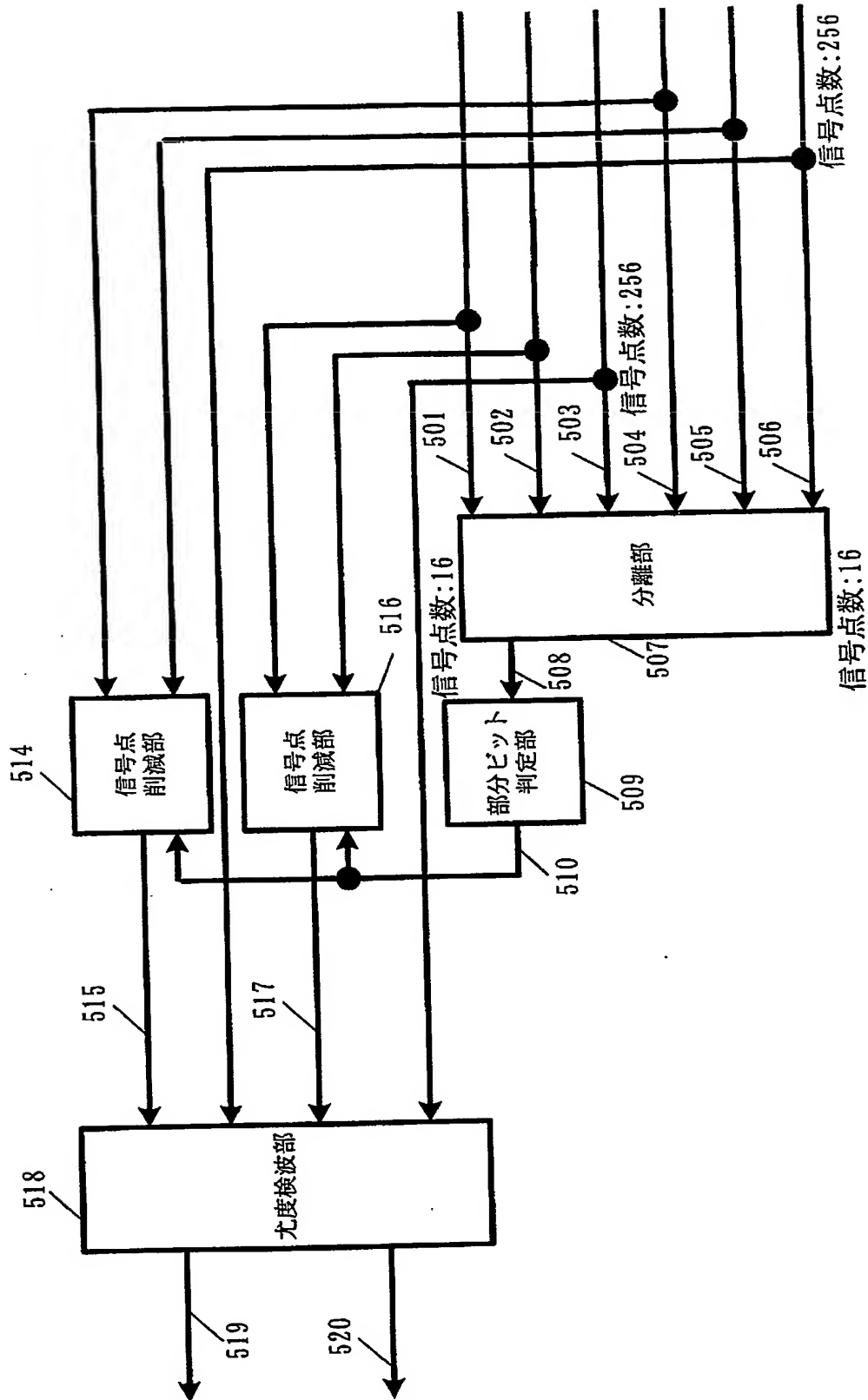
【図13】



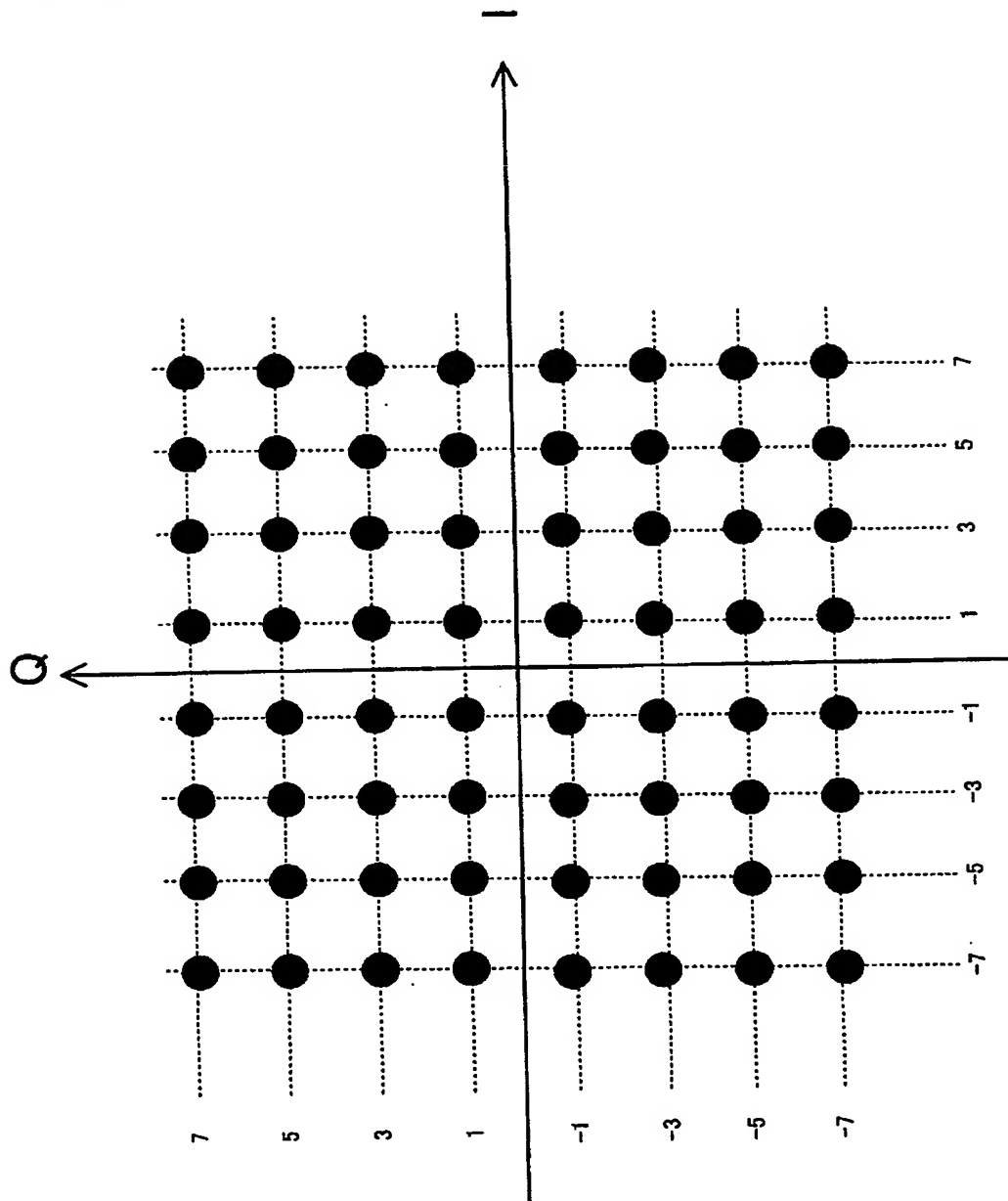
【図 14】



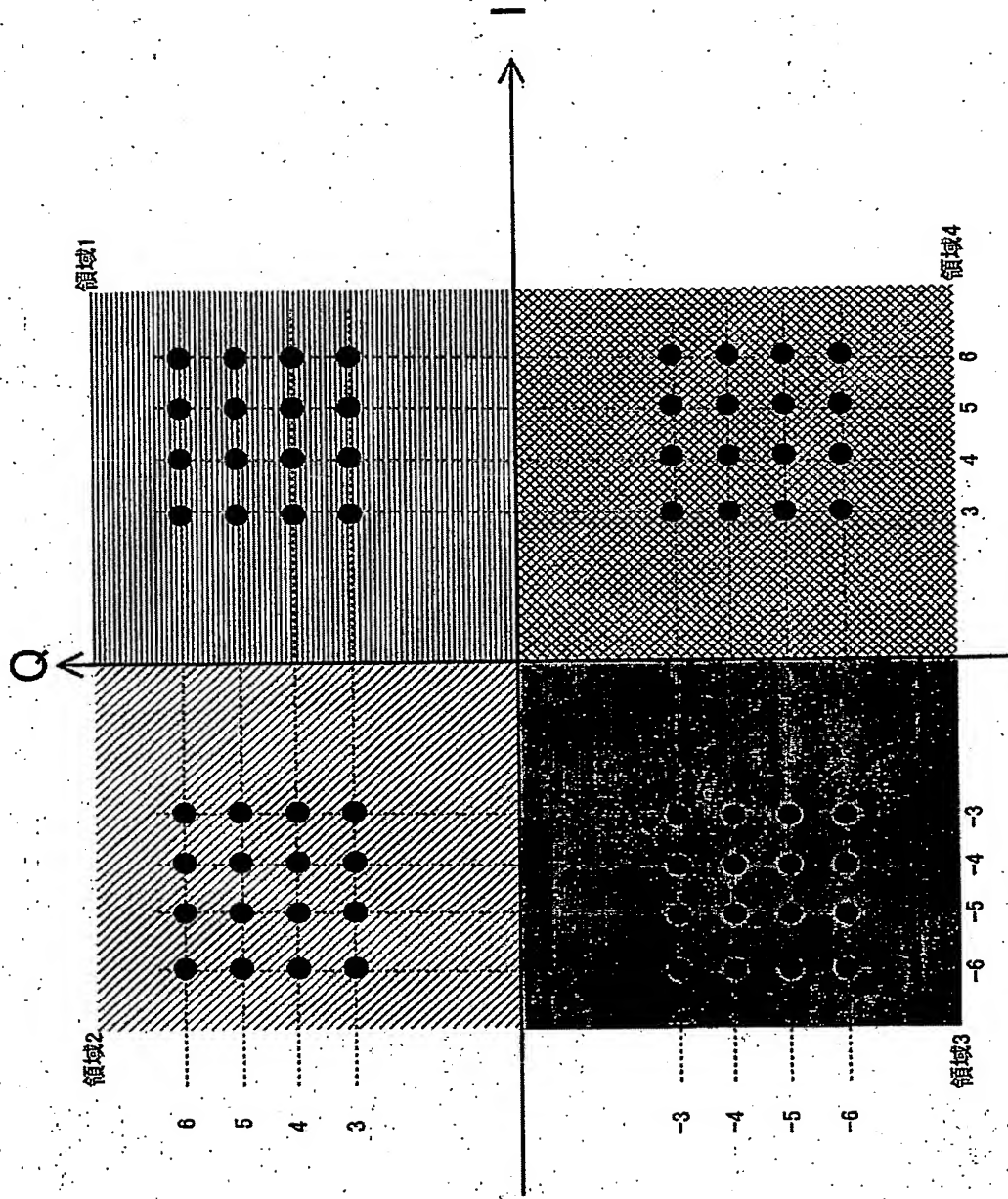
【図 15】



【図 16】

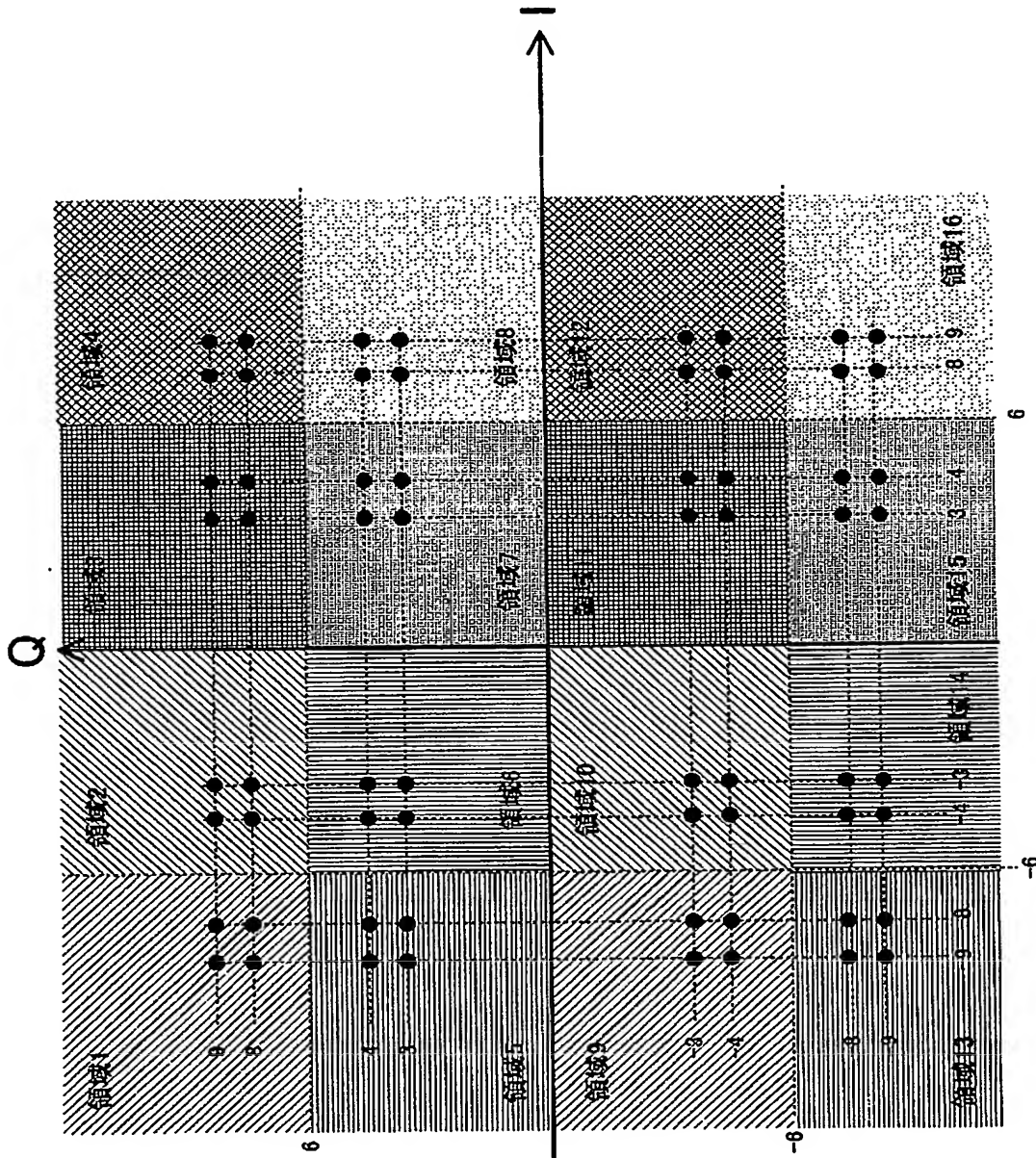


【図 17】



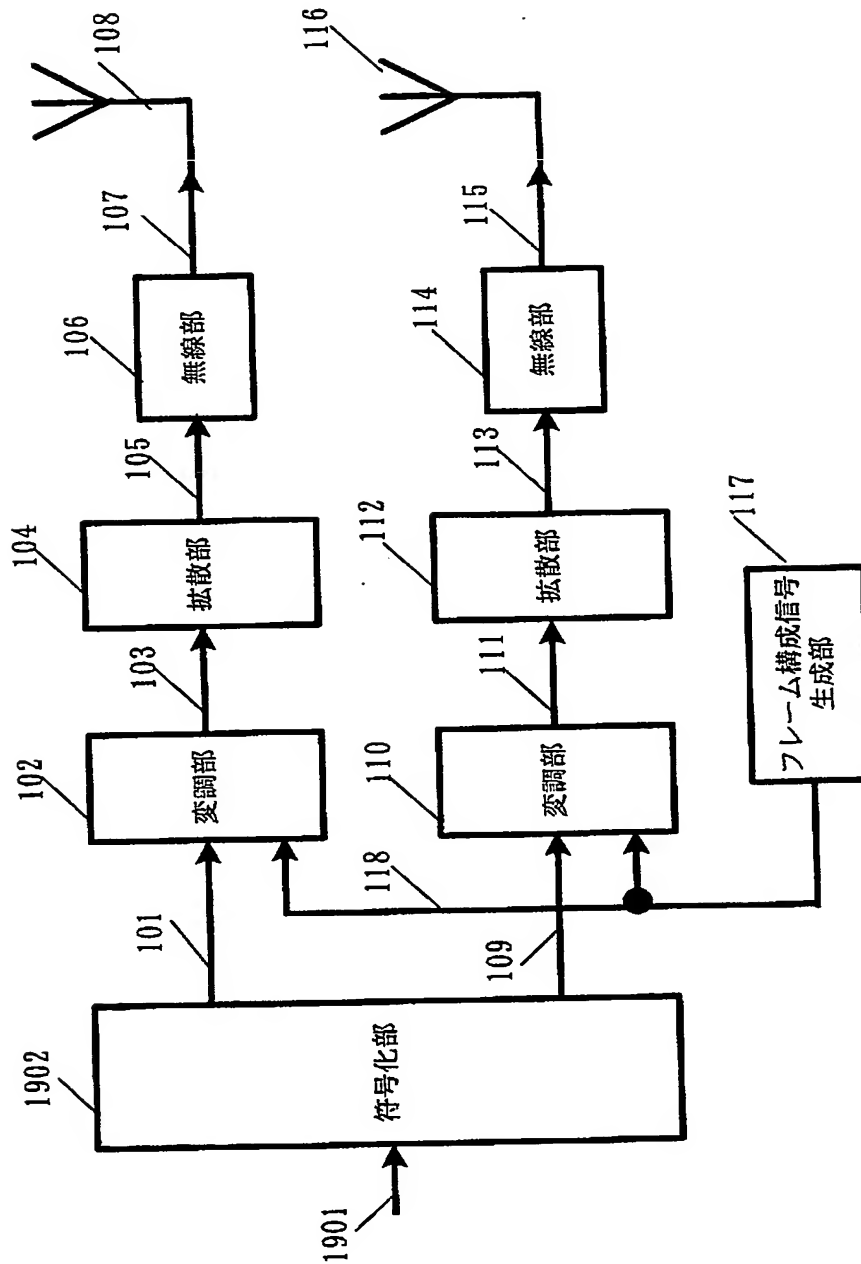
BEST AVAILABLE COPY

【図 18】

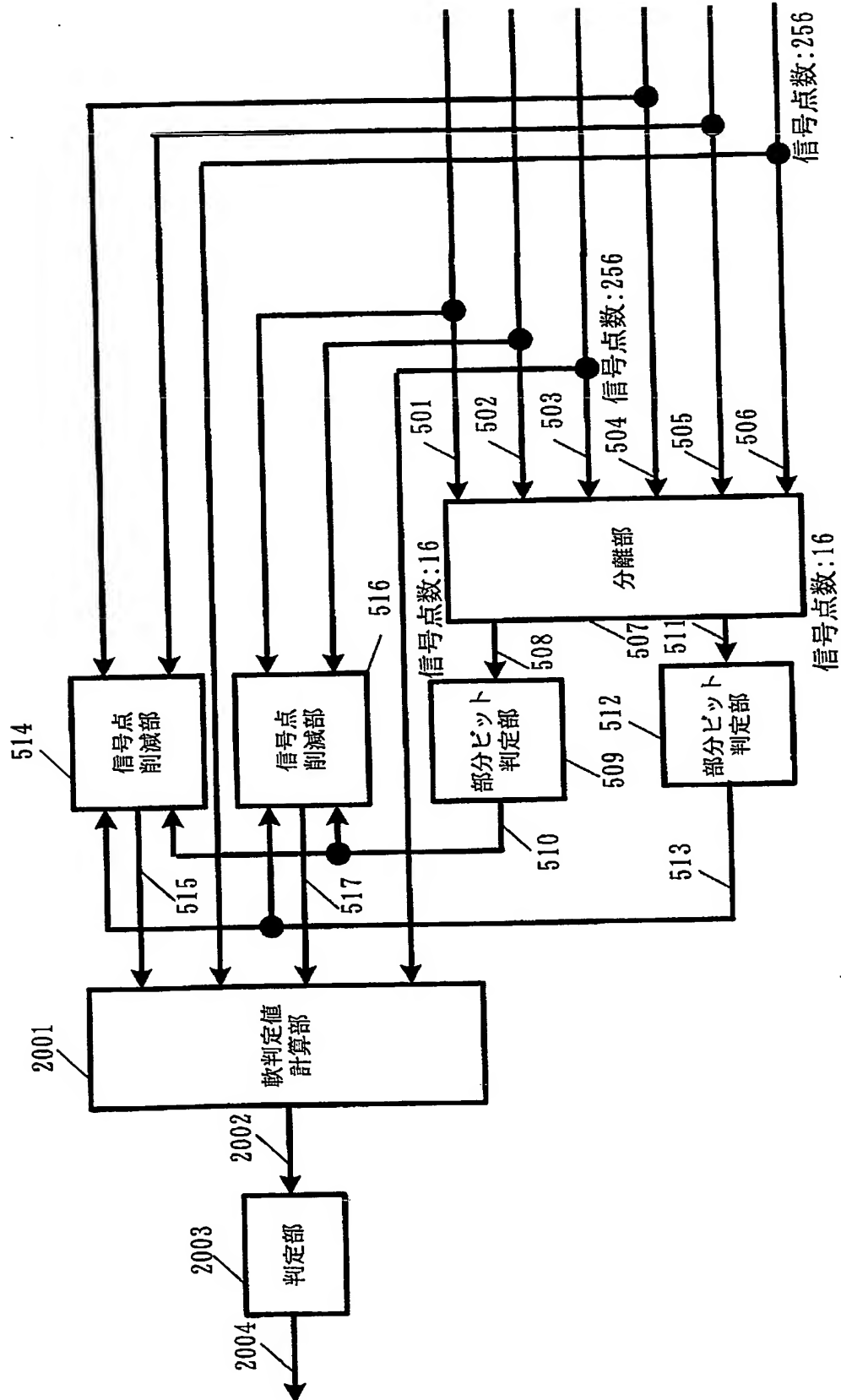


REST AVAILABLE COPY

【図 19】



【図 20】

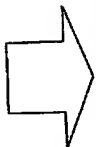




【図 21】

＜軟判定値計算部の動作(I)＞

部分ビット判定部による決定ビット		決定した部分ビット4ビット(Sa0=0, Sa2=0, Sb0=0, Sb=0) に該当する信号点16点分のユークリッド距離を演算	
Sa0=0, Sa2=0, Sb0=0, Sb=0	.	Sa1=0, Sa3=0, Sb1=0, Sb3=0	D(0,0,0,0,0,0,0,0)
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
Sa0=0, Sa2=0, Sb0=0, Sb=0	.	Sa1=1, Sa3=1, Sb1=1, Sb3=1	D(0,0,0,1,1,1,1,1)



＜軟判定値計算部の動作(II)＞

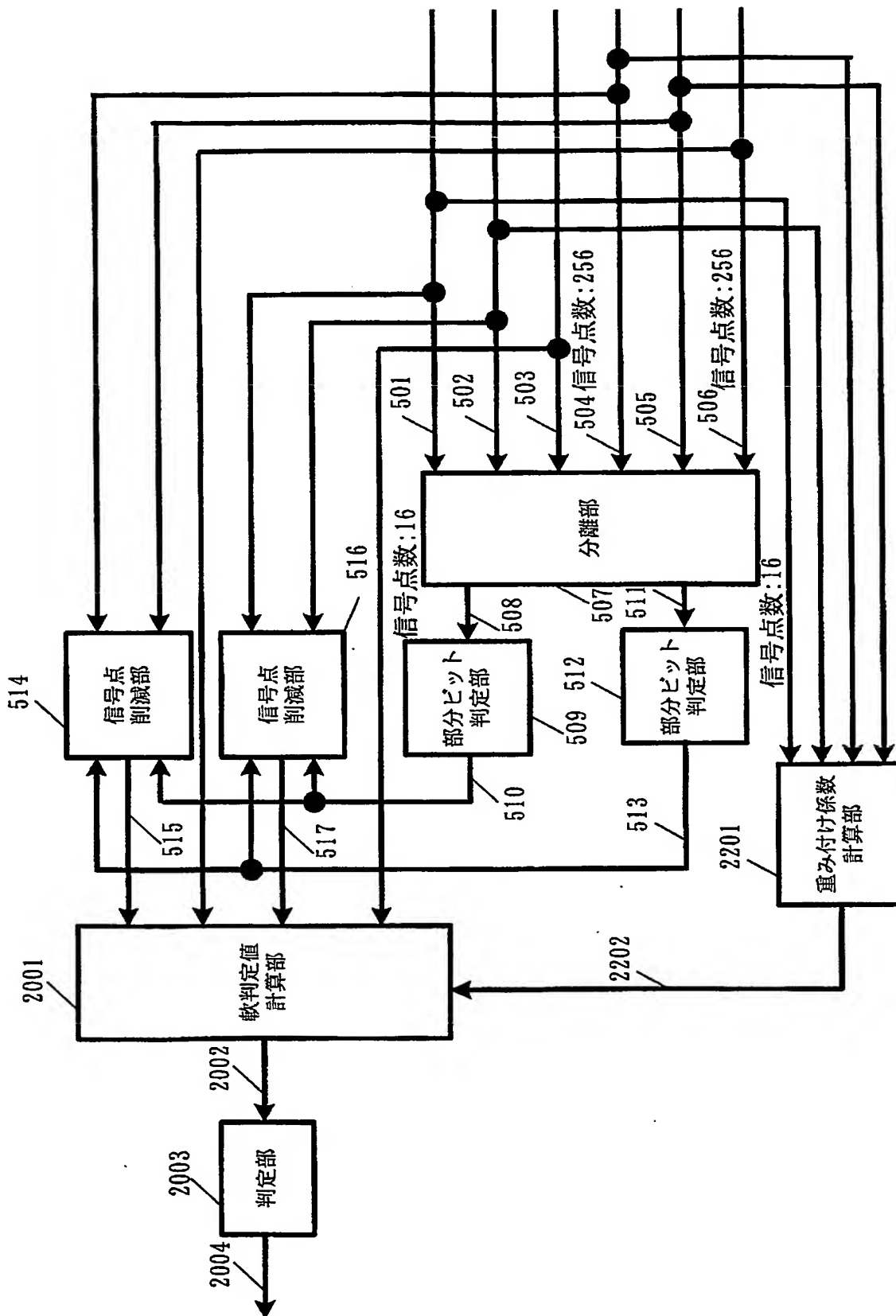
D(0,0,0,0,0,0)からD(0,0,0,1,1,1)の最大値を探索。最大値をDmaxとする。



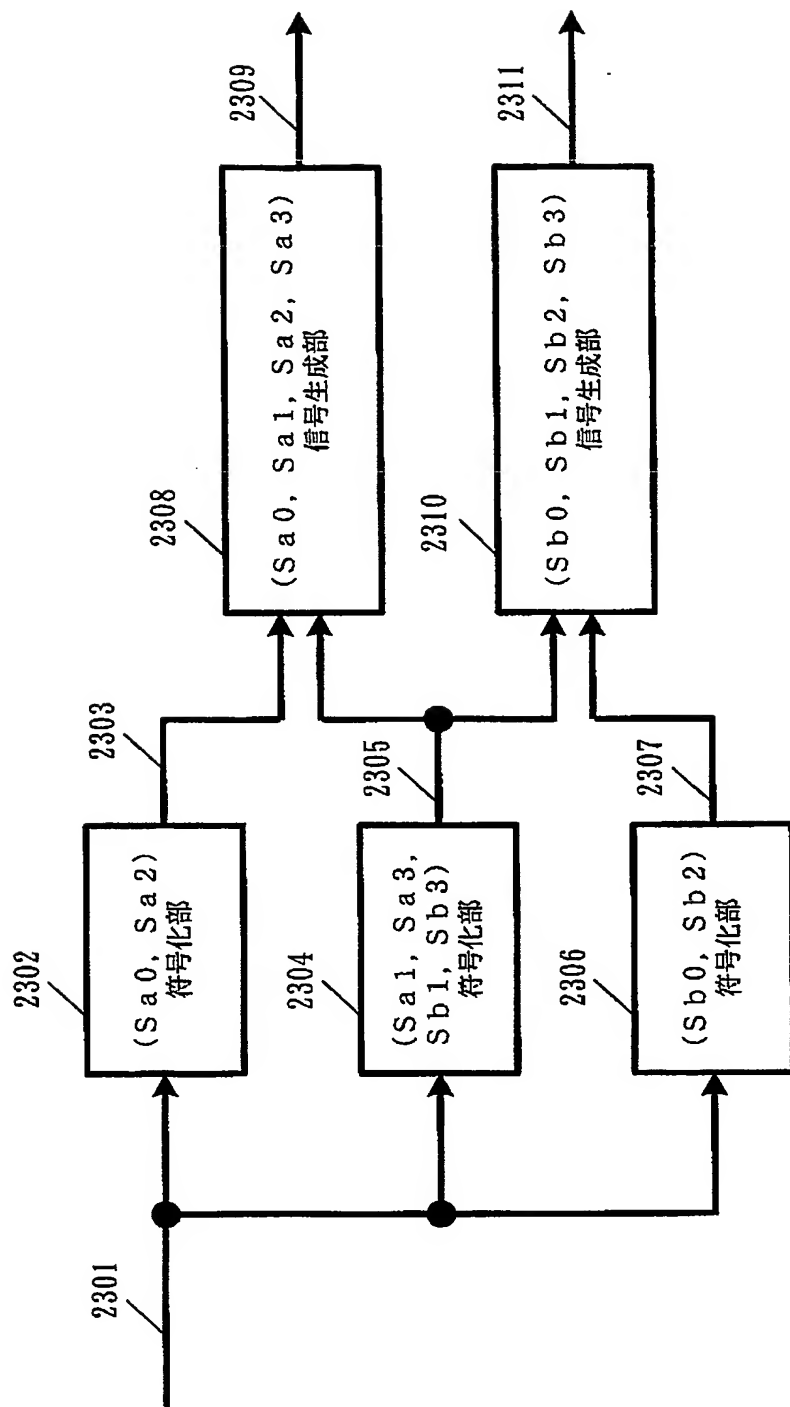
＜軟判定値計算部の動作(III)＞

決定した部分ビット4ビット(Sa0=0, Sa2=0, Sb0=0, Sb=0) に該当しない信号点240点分のユークリッド距離を決定	
Sa0=0, Sa2=0, Sb0=0, Sb=1	Sa1=0, Sa3=0, Sb1=0, Sb3=0    D(0,0,0,1,0,0,0,0)=Dmax
.	.
.	.
.	.
Sa0=1, Sa2=1, Sb0=1, Sb=1	Sa1=0, Sa3=0, Sb1=0, Sb3=0    D(1,1,1,1,1,1,1,1)=Dmax

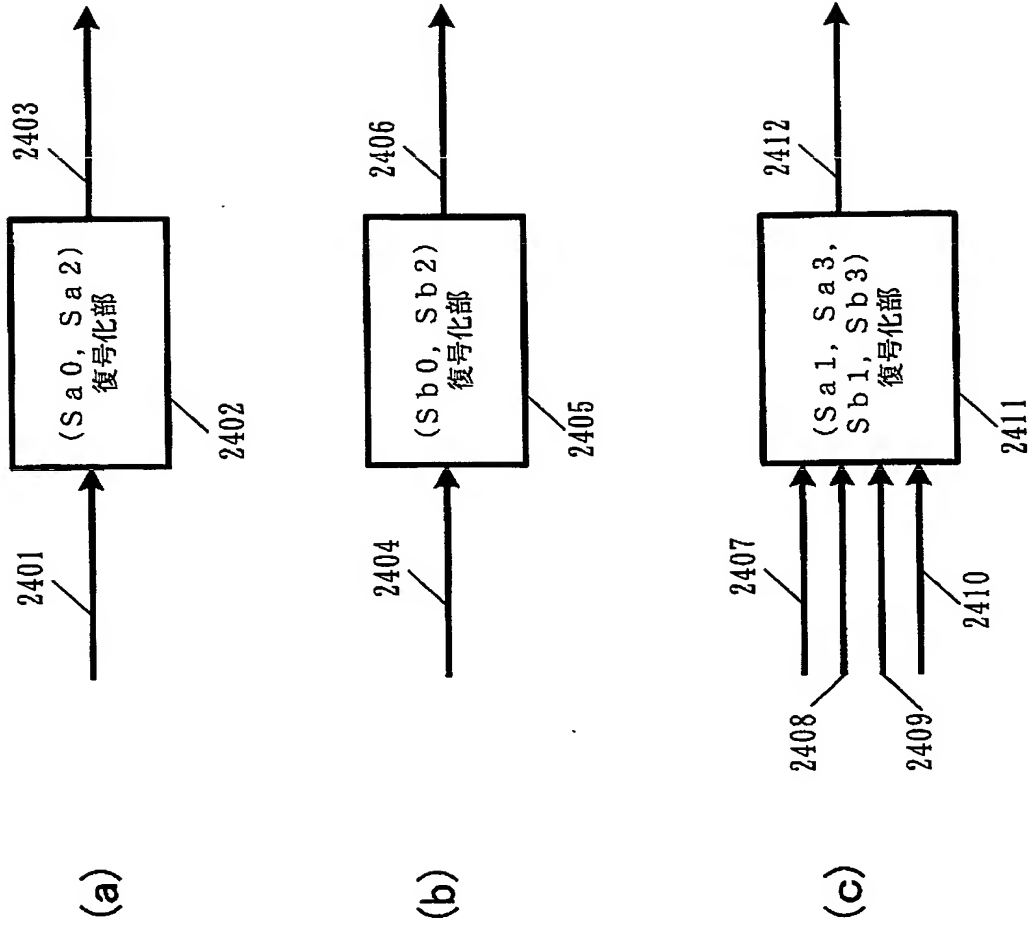
【図 22】



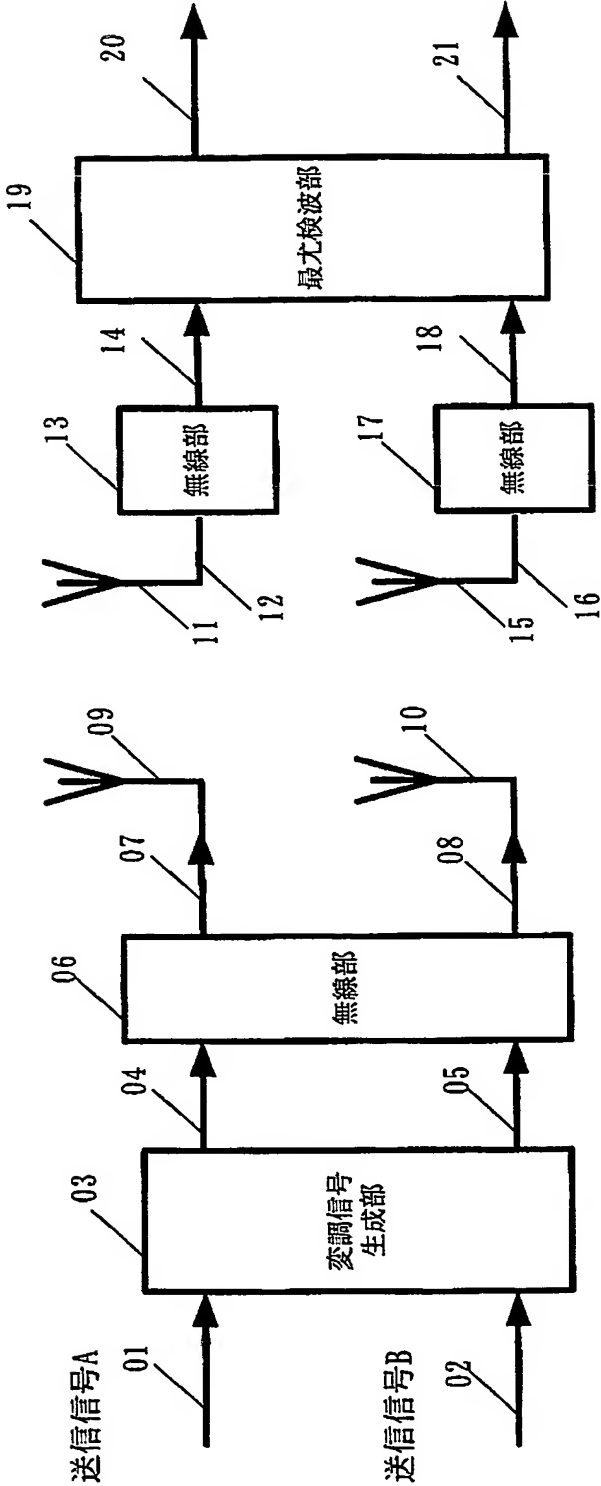
【図 23】



【図 24】



【図 25】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】**複数のアンテナから同時にデータを送信する送信装置、及びその送信装置からの信号を受信するのに適した受信装置に関するものであり、変調多値数が多くなると、計算量が多くなり、回路規模が非常に大きくなるという課題を解決するものである。

**【解決手段】**尤度検波とは異なる検波方法で、部分的にビットを復調し、部分的に得られたビットを用いて、候補信号点の削減を行い、削減後の信号点と受信ベースバンド信号から尤度検波を行う構成とすることで、信号点削減を行うため、回路規模が削減できるとともに、受信品質が向上するという効果が得られる。

**【選択図】 図 7**

特願 2 0 0 3 - 3 9 5 2 1 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名 松下電器産業株式会社